

Keijo Hattunen

KIINTEISTÖAUTOMAATION
KOULUTUSYMPÄRISTÖN
SUUNNITTELU AMMATILLISEEN
KOULUTUKSEEN

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma
T628SA


Syyskuu 2010




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä 29.9.2010
Tekijä(t) Keijo Hattunen		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma Sähkövoimatekniikka
Nimeke Kiinteistöautomaation koulutusympäristön suunnittelu ammatilliseen koulutukseen		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Jyväskylän aikuisopistolle koulutusympäristö, jossa pystytään opettamaan ja harjoittelemaan kiinteistöautomaatioon kuuluvien asiakokonaisuuksien hallintaa.</p> <p>Omakotitalon ilmanvaihtokoneeseen liittyen rakennettiin ohjaus- ja säätöympäristö. Siihen liitettiin erilaisia lämpötila- ja paine-eromittauksia, pelti- ja puhallinmoottoreiden ohjauksia sekä hälytys- ja tilatietoindikoiteja, eli normaaliin ilmastointi- ja ilmanvaihtoautomaatiikkaan kuuluvia toimintoja.</p> <p>Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkintoa suorittavat opiskelijat toteuttivat koulutusympäristön rakentamiseen liittyneet sähkö- ja automaatioasennukset ennalta laadittujen suunnitelmien ja ohjeiden mukaan osana heidän kiinteistöautomaation koulutustaan.</p> <p>Kiinteistöautomaation koulutusympäristöllä pystytään opettamaan ilmastointi- ja ilmanvaihtoautomaation toimintaa, käyttöä ja siihen liittyviä sähkö- ja automaatioasennuksia. Nämä kuuluvat olennaisena osana sähköasentajan toimenkuvaan rakennustyömailla. Koulutusympäristöä on tulevaisuudessa tarkoitus käyttää ammatillisen koulutuksen eri koulutusalojen yhteisenä koulutusvälineenä ja näin ollen kehittää yhteistyötä tekniikan ja liikenteen yksikön sisällä.</p>		
Asiasanat (avainsanat) Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto, tutkintojärjestelmä, ammatillinen koulutus, kiinteistöautomaatio, ilmanvaihto, ilmastointi		
Sivumäärä 49 s. + liitteet 31 s.	Kieli Suomi	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn20105359
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Arto Kohvakka		Opinnäytetyön toimeksiantaja Jyväskylän aikuisopisto

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 29 th September 2010	
Author(s) Keijo Hattunen		Degree programme and option Electrical engineering Electric power engineering	
Name of the bachelor's thesis Planning a building automation training environment for occupational education			
Abstract <p>The objective of this bachelor's thesis is to develop a training environment for Jyväskylän Institute of Adult Education. There you can teach and practice controlling of ventilation and air-condition, which are essential parts of building automation.</p> <p>This kind of work alongside with traditional cable installations belongs as an essential part of electricians work description in construction sites.</p> <p>Control and adjustment environment was built related to a ventilation machine of detached house. There was connected different types temperature- and pressure measurements, damper- and fan motor controls as well as alarm- and condition information indications.</p> <p>This kind of training environment might be usable as a common training tool for different education branches of occupational education and it might also be an example for designing other training environments.</p>			
Subject headings, (keywords) Electricity- and automation basic degree, examination system, occupational education, building automation, ventilation, air conditioning			
Pages 49 p. + app. 31 p.	Language Finnish	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn20105359	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Arto Kohvakka		Bachelor's thesis assigned by Jyväskylän Institute of Adult Education	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	JYVÄSKYLÄN AIKUISOPISTO	2
3	SUOMEN KOULUTUSJÄRJESTELMÄ	3
3.1	Ammatillinen peruskoulutus	4
3.2	Ammatillinen aikuiskoulutus	4
4	NÄYTTÖTUTKINTOJÄRJESTELMÄ	5
4.1	Järjestämissopimus	6
4.2	Kolmikanta	6
4.3	Tutkintotoimikunta	8
5	SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN PERUSTUTKINTO	8
5.1	Perustutkinnon tavoitteet	8
5.2	Perustutkinnon sisältö	9
5.3	Perustutkinnon suorittaminen	11
6	KIINTEISTÖJEN AUTOMAATIO- JA TIETOJÄRJESTELMÄT	11
7	PROJEKTIN SUUNNITTELU	13
7.1	Koulutusympäristön sijainti	14
7.2	Suunnittelun toteutus	15
8	TOIMINTAPERIAATE	16
8.1	Ilmanvaihtokone	17
8.2	Alkuperäinen toiminta	18
8.3	Tarvittavat muutostyöt	19
9	KESKUKSET JA KOMPONENTIT	21
9.1	Keskukset	21
9.2	Komponentit	22
9.2.1	Puhaltimien jännitteensäädin	22
9.2.2	Jälkilämmitysvastuksen tehonsäädin	23
9.2.3	Hakkuriteholähde	24
10	SÄÄTÖKESKUS	25
11	KENTTÄLAITTEET	29
11.1	Mittausanturit	30

11.2	Paine-erolähetimet	31
11.3	Suodatinvahti	32
11.4	Peltimoottorit	33
11.5	Simuloidut kenttälaitetoiminnot.....	34
12	TYÖN TOTEUTUS	35
12.1	Keskusten kokoaminen	36
12.2	Johdotukset	36
12.3	Kaapeloinnit.....	37
12.4	Käyttöönotto	38
12.4.1	Käyttöönottotarkastus	38
12.4.2	Säätökeskuksen konfigurointi.....	40
12.4.3	Toimintakoe	42
13	KIINTEISTÖAUTOMAATION KOULUTUKSEN TOTEUTTAMINEN.....	43
13.1	Lähiopetus.....	43
13.2	Verkko-opetus.....	43
14	POHDINTA	44
15	LÄHTEET	46
	LIITTEET	
	Liite 1. Työharjoittelutilan pohjakuva	
	Liite 2. Moottorikeskuksen sähkökuvat	
	Liite 3. Ohjauskeskuksen sähkökuvat	
	Liite 4. Säätölaitekaavio	
	Liite 5. Työohjeet	
	Liite 6. EH-105 konfigurointi	
	Liite 7. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja	

1 JOHDANTO

Ilmanvaihdolla tarkoitetaan rakennuksen sisäilman koneellista poistoa ja korvaamista toista kautta tuodulla, suodatetulla ja puhdistetulla ulkoilmalla. Jos tuloilmaa lisäksi kostutetaan tai jäähdytetään, ennen kuin ilmaa siirretään sisätiloihin, puhutaan ilmastoinnista. Nämä kaksi käsitettä täytyy pitää toisistaan erillään, varsinkin kun käsitellään omakotitaloihin tarkoitettuja ratkaisuja. Tässä työssä keskitytään nimenomaan kiinteistön ilmanvaihdon ohjaamiseen ja säätämiseen.

Erilaiset kiinteistöautomaatiojärjestelmät ovat kovalla vauhdilla yleistymässä myös omakotitaloissa. Kehittyneet väyläpohjaiset ratkaisut, jotka vielä 90-luvulla olivat pääasiassa teollisuuden käytössä, ovat teknisten ratkaisujen kehittyessä ja yleistyessä tulleet halvemmiksi. Tästä johtuen ne ovat tulleet myös tavallisen omakotitalon rakentajan ulottuville. Ilmanvaihtojärjestelmien kehittymisen myötä ovat myös niiden ohjausjärjestelmät muuttuneet monimutkaisemmiksi, prosessoripohjaisten säätöjärjestelmien ohjaamiksi.

Kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmät on yksi sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon ammatillisen tutkinnon valinnainen osa. Siihen kuuluvat säätötekniikan perusosaaminen, sähköjärjestelmäasennukset, kenttälaitteasennukset sekä valvonta-alakeskus- (VAK) ja valvomoasennukset. /1, s. 56-57./ Ilmanvaihtoautomaatiikka lisääntyy koko ajan, ja vaatimukset sisäilman laadun ja vaihtumisen suhteen kiristyvät johtuen uusien asuinkiinteistöjen energiankulutuksen vähentämisen vaatimuksista ja sisäilman laatuvaatimuksista. Sähköasentajan on hallittava alan uusimmat asennustekniset ratkaisut, koska niiden kanssa joudutaan tulevaisuudessa toistuvasti tekemisiin.

Jyväskylän aikuisopiston tekniikan ja liikenteen (ATL) koulutusosalalla voi suorittaa perustutkinnon sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelmassa, osaamisalana sähköasentaja. Tätä silmällä pitäen pyrittiin rakentamaan koulutusympäristö, jossa kiinteistöautomaatioon liittyviä asiakokonaisuuksia pystytään soveltuvien osien harjoitteluun sähköasentajan näkökulmasta. Koulutustilojen rajallisuuden vuoksi ei voitu rakentaa täysimittaista ilmastointikonehuonetta opetuskäyttöön. Sen sijaan päädyttiin modifioimaan normaali omakotitalon ilmanvaihtokone sähköosaston työharjoittelutiloihin simuloimaan isompaa ilmanvaihtojärjestelmää.

Projekti toteutettiin sähkö- ja automaatioasennusten osalta oppilastyönä sähköasentajan perustutkinto-ryhmän oppilailla. Asennusprojekti toimi käynnissä olevan perustutkinnon oppilaiden työharjoittelualustana, osana heidän kiinteistöautomaation kurssiin.

2 JYVÄSKYLÄN AIKUISOPISTO

Jyväskylän aikuisopisto on osa Jyväskylän koulutuskuntayhtymää, siellä opiskelee vuosittain n. 10 000 opiskelijaa. Jyväskylän aikuisopisto tarjoaa monialaista aikuis-koulutusta sekä lisä- ja täydennyskoulutusta. Opiskelu on näyttötutkintoperusteista, tarjoten mahdollisuuden eri alojen perus-, ammatti- ja erikoisammattitutkintoihin. Opiskelun voi suorittaa joko kokopäiväisesti, työn ohessa tai monimuoto-opiskeluna riippuen henkilön elämäntilanteesta ja aikaisemmasta koulutuksesta ja osaamisesta. /2./

Koulutustarjontaa on seuraavilla aloilla: tekniikka ja liikenne, hallinto ja kauppa, palvelualat sekä sosiaali- ja terveysala /2/. Tekniikan ja liikenteen yksikkö järjestää ammatillisia perus-, ammatti- ja erikoisammattitutkintoja tekniikan ja liikenteen alalta, sekä aloihin liittyvää monipuolista ammatillista lisä- ja henkilöstökoulutusta. Tekniikan ja liikenteen yksikön koulutusaloja ovat maanrakennus, logistiikka, kone-, metalli- ja automaatiotekniikka, puuala ja rakennusala. /3./

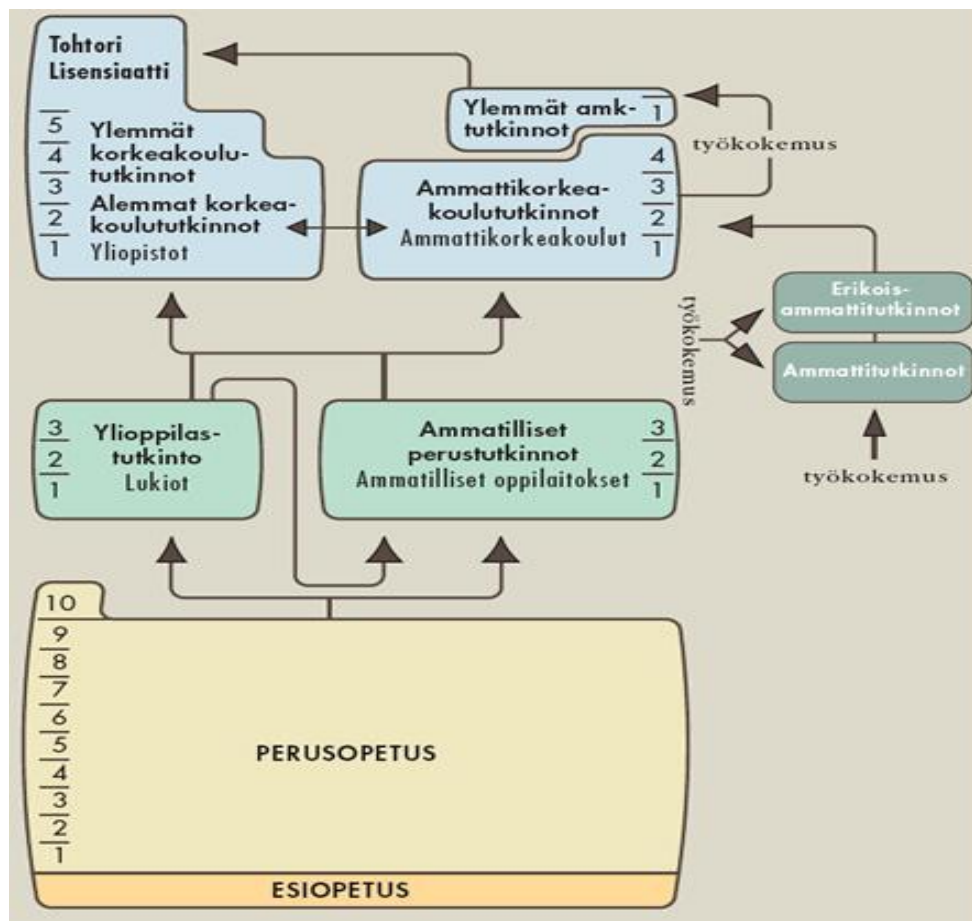
Vuonna 2009 Jyväskylän aikuisopistolla oli henkilöstöä 222, joista opetushenkilöstöä oli 189 ja muita toimihenkilöitä 33. Opiskelijoita oli 11 347, tutkintojen järjestämissopimuksia 124, näyttötutkintoja suoritettiin 1 793 ja opetussuunnitelmaperusteisia tutkintoja 34. Liikevaihto vuonna 2009 oli 22,6 miljoonaa euroa, josta koulutustoiminnan osuus oli 96 prosenttia ja hanketoiminnan 4 prosenttia. /2./

Koulutustoiminnassa on keskeisintä työelämään perustuvat näyttötutkinnot, joita voidaan suorittaa joustavasti opiskelijan elämän- ja työtilanteen mukaan. Aikuisopiskelijalla on käytettävissään erilaisia opiskeluvaihtoehtoja, riippuen hänen elämäntilanteestaan; omaehtoinen koulutus, oppisopimuskoulutus ja työvoimakoulutus. Aikuisopiskelijan opiskelutapoina voi olla lähiopiskelu, itsenäinen tai ohjattu etäopiskelu, verkko-opiskelu tai monimuoto-opiskelu, joka koostuu useasta erilaisesta opiskelutavasta.

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus kuuluu rakennusalan alaisuuteen. Sähkötekniikan koulutusta järjestetään sähköasentajan perus- ja ammattitutkintoon valmistavina koulutuksina. Koulutuksen kesto vaihtelee muutamasta kuukaudesta 1,5 vuoteen. /4./

3 SUOMEN KOULUTUSJÄRJESTELMÄ

Suomen koulutusjärjestelmä on luokiteltu erilaisiin koulutusasteisiin (kuva 1). Käytäntönä on, että ainoastaan alemman asteen opinnot suorittanut voi opiskella ylemmän asteen koulutuksessa. Koulutus muodostuu yleissivistävästä yhdeksänvuotisesta perusopetuksesta (peruskoulu), jota voi edeltää vuoden kestävä esiopetus. Peruskoulun jälkeen hakeudutaan joko ammatilliseen koulutukseen, lukiokoulutukseen tai näiden yhdistelmiin, ns. kaksoistutkintoihin valmistavaan koulutukseen. /5./



KUVA 1. Suomen koulutusjärjestelmäkaavio /36/

Kaksoistutkinnon suorittaja voi samaan aikaan opiskella sekä ammatillisessa koulutuksessa, että osallistua ylioppilastutkintoon. Suoritettuaan ylioppilaskirjoitukset hyväksytysti, kaksoistutkinnon suorittaja saa ammatillisen perustutkinnon lisäksi myös ylioppilastodistuksen. Lukion päästötodistusta henkilö ei kuitenkaan saa, koska kaikkia lukion oppimäärään kuuluvia kursseja ei suoriteta. Näiden jälkeen on mahdollista hakeutua korkea-asteen koulutuksiin, joita tarjotaan yliopistoissa ja ammattikorkeakouluissa. Koulutuksille on määritelty selkeät tavoitteet kunkin koulutussektorin lainsäädännössä. Laadunvarmistukseen kuuluvat lainsäädännön ohella opetussuunnitelmien ja näyttötutkintojen perusteet, koulutuksen järjestämis- ja toimiluvat sekä ulkoinen arviointi. /6./

3.1 Ammatillinen peruskoulutus

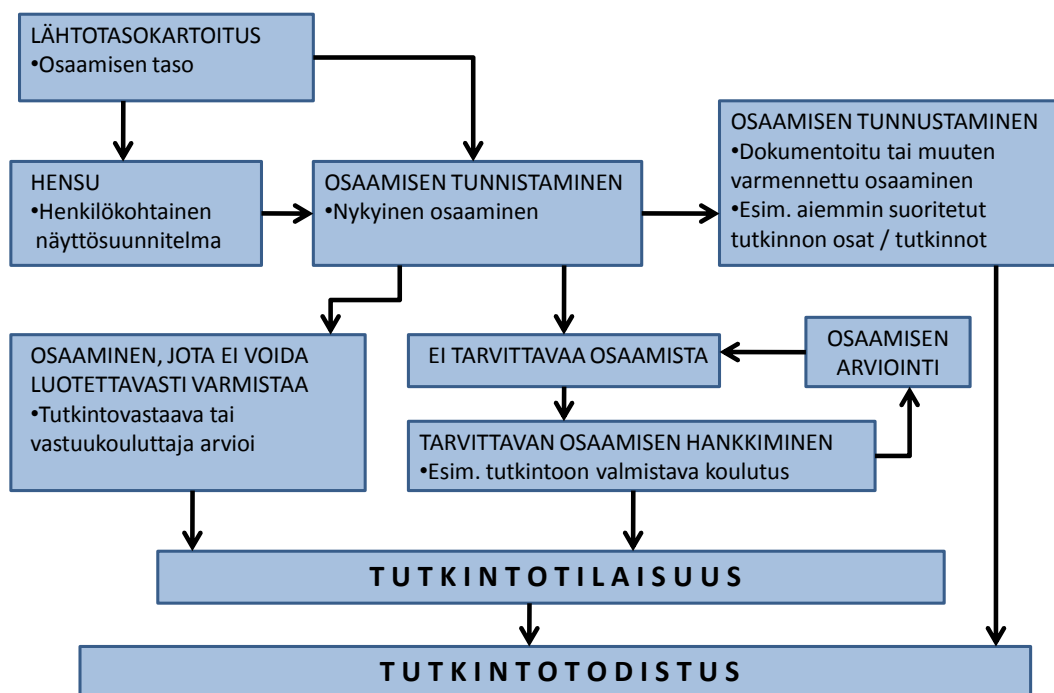
Ammatillinen perustutkinto (opetussuunnitelmaperusteinen koulutus) on laajuudeltaan kolmivuotinen ja 120 opintoviikkoa sisältävä kokonaisuus. Koulutukseen sisältyy ammattitaidon hankkimisen lisäksi tietojen ja taidon saaminen itsenäisen ammatin harjoittamiseen. Ammatillinen peruskoulutus rakentuu perusopetuksen oppimäärälle ja perustuu laadittuun opetussuunnitelmaan, mutta myös ylioppilaat voivat hakeutua koulutukseen. Lukio-opinnot suorittaneilla opiskeluaika on noin puolet lyhyempi kuin vastaavaan koulutuksen tulevilla peruskoulun suorittaneilla. /7./

3.2 Ammatillinen aikuiskoulutus

Ammatillisesta aikuiskoulutuksesta annetun lain mukaan ”ammatillisella aikuiskoulutuksella tarkoitetaan tässä laissa ammattitaidon hankkimistavasta riippumattomia, näyttötutkintoina suoritettavia ammatillisia perustutkintoja, ammattitutkintoja ja erikoisammattitutkintoja samoin kuin niihin valmistavaa koulutusta sekä muuta kuin näyttötutkintoon valmistavaa ammatillista lisäkoulutusta” /8/.

Opiskelijan aikaisempi osaaminen kartoitetaan ja tarvittaessa tunnustetaan henkilökohtaistamisen yhteydessä. Henkilökohtaistaminen tehdään kullekin opiskelijalle erikseen opiskelujen aloitusvaiheessa. Henkilökohtaistaminen (kuva 2) tarkoittaa sitä, että koulutuksen järjestäjällä on velvoite tarjota aikuiselle suunnittelua ja toteutettua neuvontaa, ohjausta ja muita tukimuotoja näyttötutkintoon ja siihen valmistavaan koulutukseen hakeutumisessa, näyttötutkinnon suorittamisessa ja tarvittavan ammattitaidon hankkimisessa. /8./

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOASENTAJAN PERUSTUTKINNON HENKILÖKOHTAISTAMINEN



KUVA 2. Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon henkilökohtaistaminen
/12/

Koulutuksen järjestäjä on lisäksi velvollinen järjestämään mahdollisuuden suorittaa näyttötutkintoja ilman niihin valmistavaa koulutusta. Näyttötutkintona suoritettava ammatillinen perustutkinto vastaa laajuudeltaan ammatillisessa peruskoulutuksessa suoritettavaa tutkintoa (120 ov). /8./

4 NÄYTTÖTUTKINTOJÄRJESTELMÄ

Näyttötutkintojärjestelmä ja sen keskeiset tavoitteet on määritelty ammatitutkintoja koskevassa lainsäädännössä, johon kuuluvat ammatitutkintolaki (L 306/1993) ja laki ammatillisesta aikuiskoulutuksesta (L 631/1998). Uutta ammattitaitoa ja osaamista vaativat tehtävät on tulevaisuudessa kyettävä hoitamaan jo töissä olevalla, keskimääräistä iäkkäämmällä työvoimalla. Tästä johtuen keskeisenä tavoitteena on aikuisväestön ammatittason jatkuva kehittäminen ja ylläpitäminen, toisin sanoen elinikäinen oppiminen. /9./

Näyttötutkinto on ammatillisen osaamisen ja ammattitaidon tason osoittamistapa, jossa joko koulutuksella tai työkokemuksella hankittu ammattitaito voidaan luotettavasti osoittaa ja laadukkaasti arvioida erilaisilla näyttötutkinnoilla /9/. Sekä ammattitutkintolain että ammatillisesta aikuiskoulutuksesta annetun lain ensimmäisen pykälän mukaan näyttötutkintojärjestelmässä on nimenomaan kyse ammattitaidon hankkimistavasta riippumattomista tutkinnoista. /10, s. 15./

Näyttötutkintoihin osallistumiselle ei aseteta koulutukseen osallistumista koskevia erityisehtoja. Käytännönä kuitenkin on, että tutkinnot suoritetaan tutkintoon valmistavan koulutuksen yhteydessä. Näyttötutkintoon valmistavan koulutuksen sisältö ja järjestäminen määräytyy tutkinnon perusteiden mukaan. Valmistavaan koulutukseen osallistuville tulee osana heidän koulutustaan järjestää mahdollisuus osallistua tutkintotilaisuuksiin ja yrittää näyttötutkinnon suorittamista. /1, s. 23./

4.1 Järjestämissopimus

Ammatillisesta aikuiskoulutuksesta annetun lain (L 631/1998) mukaan ” opetusministeriö voi myöntää kunnalle, kuntayhtymälle, rekisteröidylle yhteisölle tai säätiölle taikka valtion liikelaitokselle luvan ammattitutkintoon ja erikoisammattitutkintoon valmistavan koulutuksen ja ammatillisen lisäkoulutuksen järjestämiseen. Luvan myöntämisestä näyttötutkintona suoritettavaan ammatilliseen perustutkintoon valmistavan koulutuksen järjestämiseen on voimassa, mitä ammatillisesta koulutuksesta annetun lain 9 §:ssä säädetään” /11/.

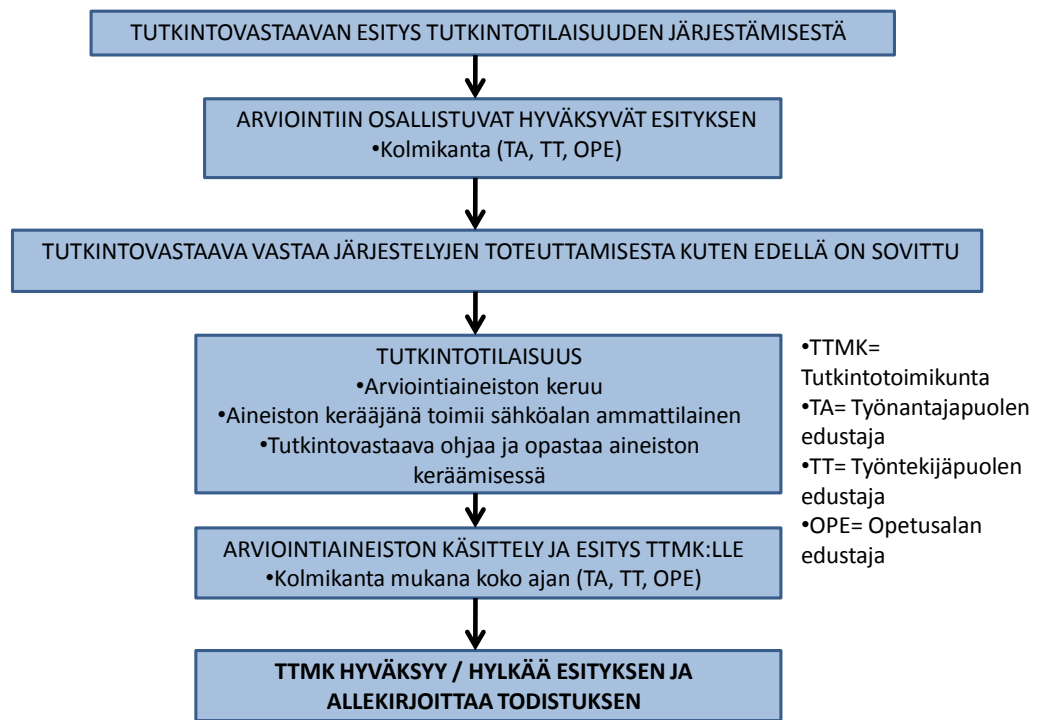
Näyttötutkintojen järjestämistä varten täytyy tehdä järjestämissopimus, jonka osapuolina ovat tutkintotoimikunta ja tutkinnon järjestäjä. Tutkinnon järjestäjän vastuulla on huolehtia siitä, että näytön tai näytön osien arvioijista vähintään yhdellä henkilöllä on näyttötutkintomestarin pätevyys (Opetushallituksen hyväksymä 15 opintoviikon laajuinen näyttötutkintojen kehittämiskoulutuksen suoritus). /12./

4.2 Kolmikanta

Näyttötutkintojen arviointi suoritetaan näyttötilanteen yhteydessä ns. kolmikanta arvioinnilla (kuva 3). Arvioijina toimivat tutkinnon järjestäjän (opetusalan) edustaja, työnantajapuolen edustaja ja työntekijäpuolen edustaja. Kyseisten alojen edustajat

ovat oman alansa ammattilaisia, joilla on kattava ja pitkä työkokemus. Tutkinnon järjestäjän tulee liittää näyttötutkintojen järjestämissopimuksen liitteeksi arvioijaluettelo sekä/tai määritellä arvioijien pätevyudet. Tutkintotoimikunta hyväksyy ja vahvistaa arvioijat. Tutkinnon järjestäjän on ylläpidettävä arvioijaluetteloa. /13./

JYVÄSKYLÄN AIKUISOPISTOLLA JÄRJESTETTÄVÄ TUTKINTOTILAISUUS



KUVA 3. Suoritetun näytön tai näytön osan arviointi /12/

Arvioijat ovat paikalla koko näyttötilanteen ajan ja suorittavat näytön arviointia kyseisessä tutkinnon osassa. Lähtökohtana ovat vaadittavat ammattitaidon keskeiset ydinpätevyudet, jotka tulee arvioida perusteiden mukaan laadittujen arviointikriteerien mukaisesti. Tutkintosuoritukset arvioidaan perustutkintojen yhteydessä arvosanoilla kiitettävä 3, hyvä 2, tyydyttävä 1 tai hylätty. Ammatti- ja erikoisammattitutkinnoissa on pelkästään hyväksytty tai hylätty. Oppilaitos toimittaa arviointien tulokset kaikista näyttöön tai näytön osiin osallistuneista tutkintotoimikunnalle lopullista arviointia varten. /13./

4.3 Tutkintotoimikunta

Opetushallitus asettaa jokaiselle näyttötutkinnolle tutkintotoimikunnan, jossa on edustettuina kyseisen alan työnantajat, työntekijät, opettajat ja tarvittaessa itsenäiset ammatinharjoittajat. Tutkintotoimikunnat kehittävät, organisoivat ja valvovat näyttötutkintotoimintaa, varmistavat tutkintojen tasalaatuisuuden ja suorittavat tutkintosuoritusten lopulliset arvioinnit sekä antavat tutkintotodistukset. Tutkintotoimikunnat tekevät järjestämissopimukset eri tutkinnoista niiden oppilaitosten kanssa, joilla on riittävät edellytykset järjestää kyseisiin tutkintoihin tutkintotilaisuuksia näyttötutkintojärjestelmän mukaisesti. /14./

Tutkintotoimikuntien toimintaa säätelevät ammatillisesta aikuiskoulutuksesta annetut lait ja asetukset (L 631/1998), sekä toimikuntien tehtävää, toimivaltaa ja vastuuta määrittelevät säännökset hallintoasioiden käsittelystä ja hallinnon julkisuudesta. Opetushallitus asettaa tutkintotoimikunnat kolmeksi vuodeksi kerrallaan hoitamaan näyttötutkintoja koskevaa julkista tehtävää. /14./

5 SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN PERUSTUTKINTO

Ammatilliseen aikuiskoulutukseen kuuluva sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto ja siihen valmistava koulutus perustuvat Opetushallituksen määräämiin tutkinnon perusteisiin. Ammatillinen aikuiskoulutus perustuu näyttötutkintojärjestelmään, joka on ammattitaidon hankkimistavasta riippumaton järjestelmä. Edellisen perusteella kuka tahansa voidaan ohjata suorittamaan perustutkintoa ilman mitään valmistavaa koulutusta, jos hänen osaamisensa pystytään luotettavasti tunnistamaan (kuva 2). Siitä huolimatta perustutkintoon valmistavaa koulutusta järjestetään yleisesti, koska silloin tarjotaan mahdollisuus tutkinnon suorittamiseen muillekin kuin sähköalan koulutuksen saaneille henkilöille. /8./

5.1 Perustutkinnon tavoitteet

Opetushallituksen mukaan sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon tavoitteena on mm. että ”sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon suorittaneella on monipuolinen ammattitaito ja hänellä on valmiudet sen jatkuvaan kehittämiseen. Hän on luotettava, laatu tietoinen, oma-aloitteinen sekä asiakaspalvelu- ja yhteistyöhenkinen

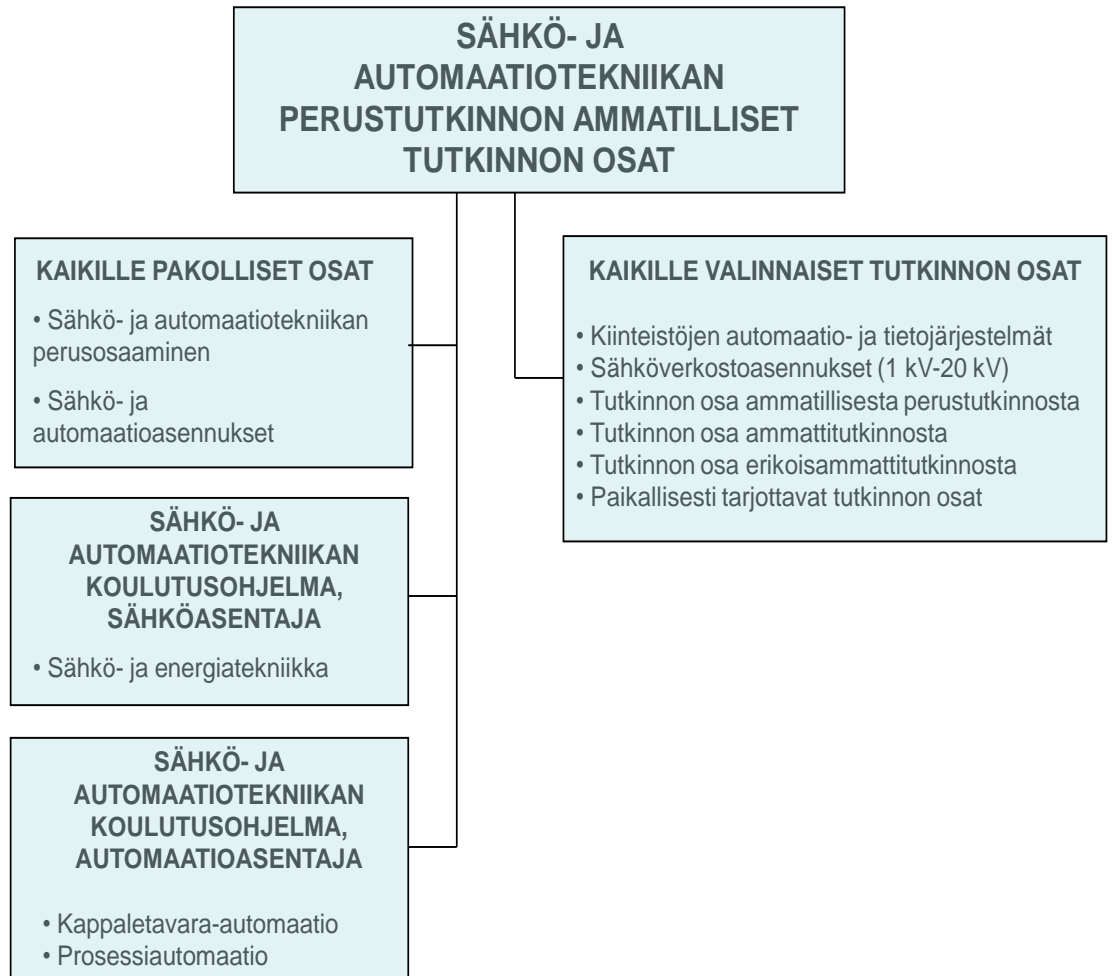
sekä toimii työelämän pelisääntöjen mukaan. Hän osaa soveltaa oppimiaan taitoja ja tietoja vaihtelevissa työelämän tilanteissa. Hän pystyy näkemään työnsä osana suurempia tehtäväkokonaisuuksia ja pystyy ottamaan huomioon lähialojen ammattilaisten tehtävät omassa työssään” /1, s. 8/.

Edellä mainittujen tavoitteiden saavuttamista arvioitaessa on otettava huomioon oppilaiden erilainen oppimis- ja osaamiskyky, josta johtuen kaikki eivät saavuta täydellisesti kaikkia perustutkinnon tavoitteiden vaatimuksia. Perustutkinnosta saatujen tietojen ja taitojen kehittäminen ja parantaminen tulee esille siinä vaiheessa, kun henkilö siirtyy työelämään. Suoritettuaan hyväksytysti sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon, henkilöllä on riittävät edellytykset siirtyä käytännön työelämään. Siellä hän pääsee hankkimaan arvokasta käytännön työkokemusta vanhemman sähköasennusalan ammattihenkilön ohjauksessa ja opastuksessa, tullakseen itsekin sähköalan ammattihenkilöksi.

Työ- ja elinkeinoministeriön 6.5.2010 antaman asetuksen sekä kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen (Ktmp 516/1996) mukaan ”riittävän ammattitaitoiseksi valvomaan ja itsenäisesti tekemään koulutustaan ja työkokemustaan vastaavan alan sähkö- ja käyttötyötä katsotaan se, joka on mainittuihin töihin opastettu ja joka on suorittanut soveltuvan ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut vuoden työkokemuksen sähkötöissä” /15/. Kyseisen vuoden aikana henkilö tekee sähköasennustöitä vanhemman ammattihenkilön ohjauksessa ja opastuksessa, toisin sanoen hän työskentelee opastettuna sähköalan henkilönä. Yhden vuoden työkokemuksen jälkeen henkilö voi valvoa ja tehdä itsenäisesti juuri niitä sähköasennustöitä, joita hän on kyseisen vuoden aikana tehnyt.

5.2 Perustutkinnon sisältö

Opetushallituksen antaman määräyksen mukaan sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon opinnot koostuvat pakollisista ja valinnaisista tutkinnon osista (kuva 4). Pakollisiin osiin kaikille kuuluvat sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaaminen sekä sähkö- ja automaatioasennukset. Lisäksi sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelmaan, sähköasentaja, pakollisiin tutkinnon osiin kuuluu sähkö- ja energiatekniikka. Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelmaan, automaatioasentaja, pakollisiin osiin kuuluvat kappaletavara-automaatio ja prosessiautomaatio. /1, s. 24-67./



KUVA 4. Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon ammatilliset tutkinnon osat /1/

Kaikille valinnaisiin tutkinnon osiin kuuluvat kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmät ja sähköverkostoasennukset (1 kV- 20 kV). Perustutkintoon voidaan sisällyttää tutkinnon osia aiemmin suoritetuista muista ammatillisista perus-, ammatti- tai erikoisammattitutkinnoista. Koulutuksen järjestäjä voi tarjota hyväksymässään koulutussuunnitelmassa 0-20 opintoviikkoa valinnaisia tutkinnon osia joiden sisältö koostuu työelämän asettamista paikallisista ja alueellisista tarpeista sähkö- ja automaatiotekniikan ammattitaitovaatimuksiin. /1, s. 24-67./

5.3 Perustutkinnon suorittaminen

Jyväskylän aikuisopiston sähkö- ja automaatioasentajan perustutkintoon valmistavaan koulutukseen kuuluvat pakollisina tutkinnon osina sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaaminen, sähkö- ja automaatioasennukset sekä sähkö- ja energiatekniikka. Valinnaisina tutkinnon osina tarjotaan joko kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmät tai kappaletavara-automaatio. Koulutus alkaa kerran vuodessa, yleensä syyskuussa ja koulutukseen valitaan 15 opiskelijaa. Koulutuksen kesto on 15 kk ja opiskelumuotona on päivä- ja monimuoto-opiskelu, koulutus tapahtuu arkisin klo 8:00 - 15:00. Opiskeluun liittyvä n. 6 kk:n työharjoittelu suoritetaan tutkinnon perusteisiin sopivissa sähköurakointiliikkeissä tai teollisuuslaitoksissa. /16./

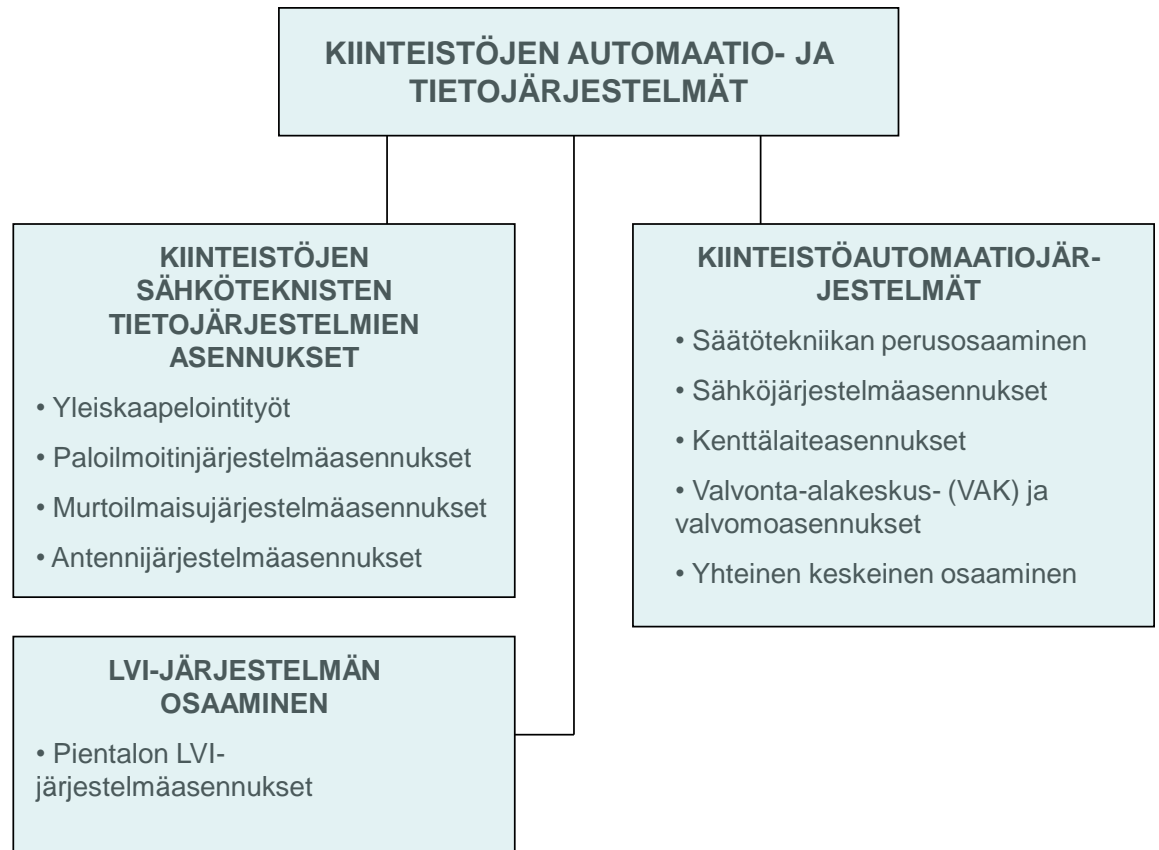
Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon suorittaminen etenee koulutuksen järjestäjän laatiman koulutusohjelman mukaisesti. Koulutus voidaan jakaa tutkinnon osien perusteella suoritettaviin kokonaisuuksiin, jotka pitävät sisällään aihealueen teorialuentoja, sekä käytännön harjoitustehtäviä oppilaitoksen laboratorio- ja työharjoitustiloissa. Laboratorio- ja työharjoitustehtäviä pyritään järjestämään mahdollisimman laajasti ja monipuolisesti, joilla täytetään tutkinnon perusteiden vaatimukset. /16./

Kunkin tutkinnon osan opinnot johtavat kyseisen tutkinnon osan näyttöön, jossa suoritettavat tehtävät vastaavat laajuudeltaan tutkinnon perusteita. Tutkinnon osat koostuvat teorialehtävistä, haastatteluista ja käytännön asennus- tai työtehtävistä. Koulutuksen aikana on mahdollista suorittaa sähköalan perustutkinto tai sen osia. Tutkinnon hyväksytysti suorittaneet saavat tutkintotoimikunnan myöntämän virallisen tutkintotodistuksen. /16./

6 KIINTEISTÖJEN AUTOMAATIO- JA TIETOJÄRJESTELMÄT

Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon valinnaisiin tutkinnon osiin kuuluva kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmät koostuvat kiinteistöjen sähkötekniisten tietojärjestelmien asennuksista, LVI- järjestelmän osaamisesta sekä kiinteistöautomaatiojärjestelmistä (kuva 5). Kehittyneillä väyläpohjaisilla kiinteistöautomaatiojärjestelmillä (IHC, EIB, KNX) pystytään nykyään ohjaamaan ja säätämään ilmanvaihdon ja keskuslämmityksen lisäksi myös valaistusta, kodin sähköverkon osia (esim. pistorasi-

at), sähkölämmitystä, jäähdytystä, ovilukkoja jne. Lisäksi kiinteistöautomaatiojärjestelmiin voidaan liittää kodin palovaroittimet ja rikosilmoitinjärjestelmän ilmaisimia, jolloin pystytään valvomaan myös kiinteistön turvallisuutta. /1, s. 54-60./



KUVA 5. Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon valinnainen tutkinnon osa, kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmät /1/

Kiinteistöautomaatiojärjestelmien opetuksessa keskityttiin sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon perusteissa määriteltyihin vaatimuksiin. Niihin kuuluvat säätötekniikan perusosaaminen, sähköjärjestelmäasennukset, kenttälaitetasennukset, valvonta-alakeskus- (VAK) ja valvomoasennukset sekä yhteinen keskeinen osaaminen. Näitä tutkinnon perusteiden vaatimuksia silmällä pitäen pyrittiin suunnittelemaan koulutusympäristö, jossa voidaan kouluttaa ja harjoitella kiinteistöautomaatiojärjestelmien tutkinnon osiin kuuluvia asiakokonaisuuksia. Koulutusympäristöä pystytään soveltuvien osin käyttämään myös varsinaisen tutkinnon osan, kiinteistöautomaatiojärjestelmät, näytön suorittamiseen. /1, s. 54-60./ Lisäksi otettiin huomioon koulutusympäris-

tön mahdollinen käyttö putkiasentajien perustutkinnon ja kiinteistönhoitajien ammattitutkinnon koulutuksessa.

7 PROJEKTIN SUUNNITTELU

Projektin suunnittelu lähti liikkeelle tarpeesta luoda käytännön läheinen koulutusympäristö kiinteistöautomaation koulutusta varten. LVI-osaston kouluttajat tarjosivat projektin käyttöön varastossaan olleita laitteita ja komponentteja, jotka oli alun perin hankittu samankaltaista projektia varten. Työ oli jostain syystä jäänyt toteuttamatta, mistä johtuen LVI-kouluttajien toiveena oli saada rakennettua toimiva ratkaisu tämän projektin puitteissa. Näin saimme mahdollisuuden toteuttaa projektin kustannustehokkaasti, koska kaikkein arvokkaimmat komponentit ja laitteet löytyivät oppilaitoksen varastosta.

Nykyään sähköasentajat joutuvat yhä enemmän tekemisiin erilaisten kiinteistöautomaatiosovellusten kanssa jo omakotitalotyömailla. Tästä johtuen alan perustietoa olisi hankittava myös sähkö- ja automaatioasentajan perustutkintoa suoritettaessa, vaikka pääpaino koulutuksessa olisikin kiinteistösähköasennuksissa. Perustutkinnon suorittaneilla uusilla sähköasentajilla tulisi todennäköisesti olemaan hyötyä kiinteistöautomaation perustietämyksestä heidän siirtyessään työelämään.

Kiinteistöautomaation koulutusympäristö soveltuu myös ilmastointiasentajien (perustutkinto) ja kiinteistönhoitajien (ammattitutkinto) koulutukseen. Ilmastointiasentajille on hyvä havainnollistaa ilmanvaihtokoneen tekniikkaa ja siihen liittyvien kenttälaitteiden merkitystä ja toimintaa. Samalla voidaan korostaa mittausantureiden oikean sijoituksen merkitystä toimivaan ilmanvaihtoautomaatiikkaan.

Koulutusympäristöä voidaan myös hyödyntää juuri alkaneessa kiinteistönhoitajien ammattitutkintoon johtavassa koulutuksessa. Kiinteistönhoitajien on osattava käyttää ilmastoinnin ja lämmityksen säätökeskusta asetusarvojen ja oloarvojen lukemiseen sekä mahdollisiin säätö- ja ohjelmamuutoksiin. Säätökeskusten antamien erilaisten hälytysviestien oikea tulkinta ja ongelma- tai vikatilanteisiin nopea ja oikea reagointi on myös tärkeä osa tulevaisuuden kiinteistönhoitajien toimenkuvaa.

Yksi yleisimmistä kiinteistöautomaation osa-alueista, jonka kanssa sähköasentajat joutuvat rakennustyömailla tekemisiin, on ilmastoinnin ohjaus ja säätö. Normaalisti sähköasentajat suorittavat ilmastointiin liittyen vain 230/400 VAC -järjestelmien kaapeloinnit ja kytkennät. Sähköurakkaan saattaa kuulua ilmastoinnin automaation vaatimien kaapelointien asennus kuorittuna ja merkittynä ohjauskeskusten (VAK) sisälle. Lisäksi kaapelointien vaatimien johtoreittien asentaminen ohjauskeskuksilta (VAK) kenttälaitteille kuuluu samaan urakkaan. Varsinaiset kenttälaitteiden asennukset, kytkennät, ohjauskeskusten kytkennät ja käyttöönotto jäävät yleensä automaatioasentajien tehtäväksi.

Kiinteistöautomaation koulutusympäristön myötä haluttiin opiskelijoille tarjota mahdollisuus tutustua syvällisemmin nimenomaan ilmanvaihdon ohjaukseen ja säätöön. Koulutuslupastaksi valittiin OUMAN ilmastoinnin säätökeskus kahdesta syystä. Ensinnäkin OUMAN on monen alan ammattilaisen suosittalema, koska se on yksi yleisimmistä merkeistä ilmastoinnin ja lämpimän käyttöveden mittaukseen, ohjaukseen ja säätöön erikoistuneista säätölaitteista pienikiinteistöissä. Toiseksi LVI-osaston varastosta löytyi opetuskäyttöön hankittu OUMAN EH-105 -säätökeskus, jonka todettiin sopivan juuri tämän projektin käyttötarkoitukseen, jolloin myös säästettiin kustannuksissa. Projektia varten jouduttiin hankkimaan vain keskusotelot, suojalaitteet, riviliittimet, johtokourut, kaapelit, yksi paine-erolähetin ja yksi teholähde. Kaikki muut komponentit ja laitteet, mukaan lukien ilmanvaihtokone, löytyivät LVI-osaston varastosta.

7.1 Koulutusympäristön sijainti

Kiinteistöautomaation koulutusympäristö päädyttiin sijoittamaan Jyväskylän aikuisopiston sähkötekniikan työharjoittelusaliin. Kyseiseen saliin on rakennettu asennus- ja harjoittelua varten pieniä työkoppeja, joissa voidaan harjoitella sähkö- ja automaatiotekniikan perusasennuksia (liite 1). Käydyissä neuvotteluissa rakennustekniikan osaston muiden kouluttajien kanssa sovittiin, että kyseinen koulutusympäristö rakennetaan palvelemaan myös ilmastointiasentajien ja kiinteistönhoitajien koulutusta ilmastoinnin säädön, mittausten ja käytön osalta.

LVI-kouluttajien kanssa laadittiin suunnitelma ilmanvaihtokoneen asennuksesta ja ilmanvaihtoputkituksista asennuskoppeihin. Putkiasentajan perustutkintoa suorittavat

opiskelijat asensivat ilmanvaihtokoneen ja ilmanvaihtoputkitukset. Lisäksi he asensivat mitta-anturit, osan paine-erolähettimistä, peltimoottorit putkistoihin ja ilmanvaihtokoneeseen sekä tulo- ja poistoilmaventtiilit koppeihin asennettuihin ilmanvaihtoputkistoihin.

7.2 Suunnittelun toteutus

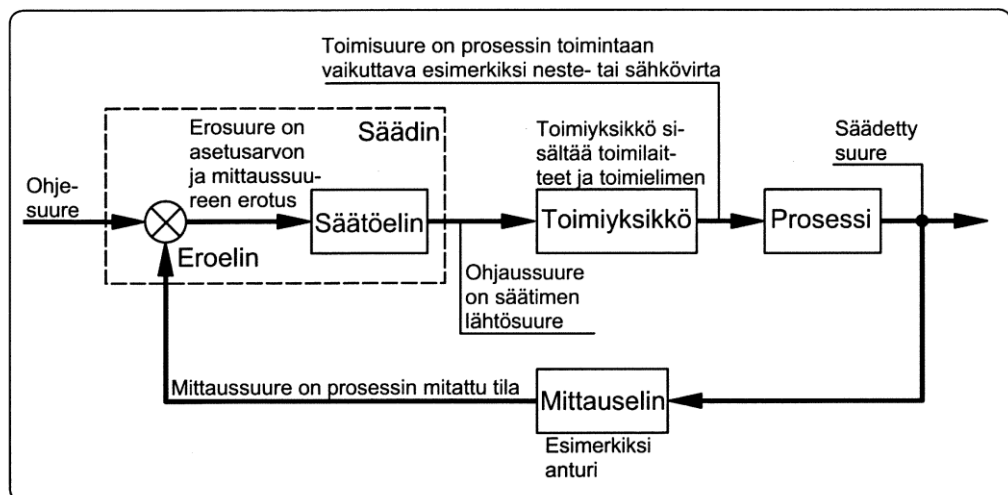
Ilmanvaihtosuunnittelu jätettiin LVI-kouluttajien tehtäväksi. Samalla se toimi opetustilanteena putkiasentajien koulutuksessa. Ilmanvaihtokuvat tehtiin Kymdatan Cads-Planner 14-suunnitteluohjelmistolla omakotitaloihin tarkoitettuun MUH Ilmava 100 ilmanvaihtokoneeseen liittyen. Ilmanvaihtokone on varustettu metallisella lämmön talteenottokennolla (LTO), jolla poistoilmasta saadaan osa lämmöstä siirrettyä tuloilmaan.

Ilmanvaihtokone saatiin käyttöön LVI-osastolta, koska tarkoitus oli käyttää tulevaa koulutusympäristöä myös ilmastointiasentajien koulutukseen. Projektin suunnittelun lähtökohtana oli modifioida kyseinen ilmanvaihtokone toimimaan OUMAN säätökeskuksen ohjaamana ja säätämänä. Työkaluna suunnittelussa käytettiin Cads-Planner 14-suunnitteluohjelmistoa, jolla tehtiin kaikki projektiin liittyvät sähkösuunnitelmat.

Tarvittavat suojalaitteet, kontaktorit ja apureleet valittiin ilmanvaihtokoneen puhaltimien, jälkilämmitysvastuksen ja säätökeskuksen perusteella. Kyseiset komponentit saatiin hankittua SLO sähkötarviketukusta ja teollisuuden sähkö- ja automaatiokomponentteja toimittavalta HORMEL Oy:ltä. Työn suurimpana haasteena oli selvittää LVI-osastolta saatujen komponenttien soveltuvuus tämän projektin puhaltimien ja jälkilämmitysvastuksen säätöön. Lopulta kyseisten komponenttien toiminta selvitettiin Internetistä, valmistajien kotisivuilta löydettyillä manuaaleilla ja kysymällä LVI-säätötekniikkaan erikoistuneilta yrityksiltä. Täysin varmaa tietoa ei kuitenkaan ollut siitä, että valitut komponentit toimivat juuri halutulla tavalla, koska ei ollut tietoa vastaavanlaisten muutostöiden teosta normaalille ilmanvaihtokoneelle.

8 TOIMINTAPERIAATE

Tavoitteena oli saada ilmanvaihto toimimaan automaattisesti OUMAN EH-105 säätökeskuksen ohjaamana (liite 4). Lämpötilan mittaukset sijoitettiin ulos sekä tuloilma- ja poistoilmakanaviin. Tuloilman suodattimen yli asennettiin suodatinvahti tarkkailemaan suodattimen tukkeutumista. Paine-eromittaukset asennettiin tuloilma- ja poistoilmakanaviin mittaamaan paine-eroa kanavan ja huonetilan välillä. Lämmön talteenottokennon (LTO) yli asennettiin paine-erolähetin mittaamaan kennon huurtumista ja tukkeutumista. Edellä mainitut mittaustulokset vietiin säätökeskukseen, jossa niitä vertailtiin asetusarvoihin ja sillä perusteella suoritettiin ilmanvaihdon ja jälkilämmityksen säätöä. Lisäksi tulo- ja poistoilmakanaviin asennettiin peltimoottorit, joita säätökeskus ohjaa.



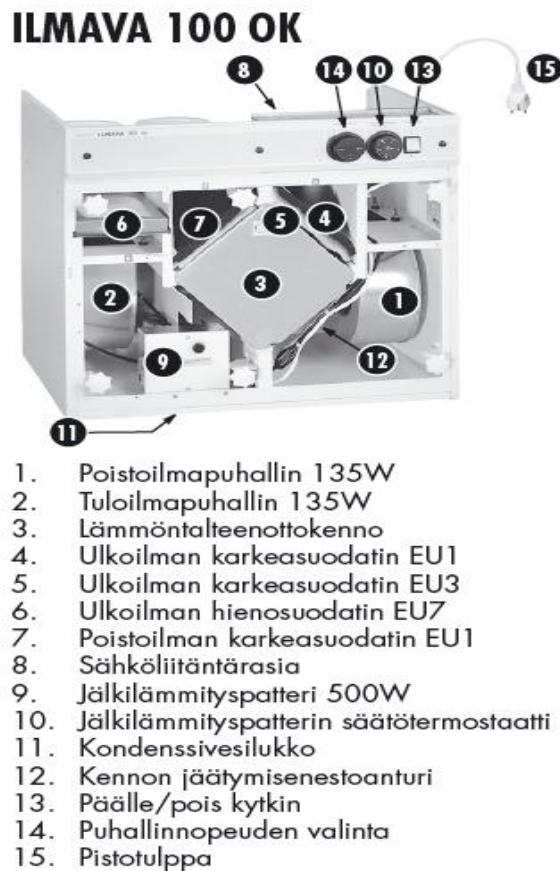
KUVA 6. Säätöpiirin kaaviokuva /17, s. 20/

Oppilaille haluttiin luoda ympäristö, jossa pystytään käymään läpi säätöön liittyviä käsitteitä ja nimikkeitä. Normaali säätöpiiri muodostuu suljetusta piiristä, jossa toiminta perustuu palautteen saamiseen säädettävästä prosessista ja sen tilasta (kuva 6). Säätimelle annetaan jokin ohjesuure, esim. haluttu tuloilman lämpötila. Tämä ohjesuure (0-10 VDC) lähetetään säätöelimeltä toimiyksikölle, esim. jälkilämmitysvastuksen tehonsäätimelle. Tehonsäädin säätää jälkilämmitysvastuksen tehoa ja samalla tuloilman lämpötilaa (prosessi). /17, s. 20./

Mittauselimellä, esim. kanavalämpötila-anturi, mitataan prosessin (ilman) lämpötilaa ja saatu mittaussuure siirretään säätimen eroelimeen. Eroelimessä vertaillaan ohjesuureen ja mittaussuureen eroa ja sen perusteella säädin päättelee, pitääkö lähtösuureta nostaa tai laskea. Jos ohjesuureen ja mittaussuureen ero on nolla, eli haluttu ohjearvo (lämpötila) on saavutettu, säädin ei tee mitään. Samaa periaatetta noudatetaan kaikissa tähän projektiin liittyvissä säätökohteissa, eli ilmanpaine, paine-ero ja sisälämpötila. /17, s. 20./

8.1 Ilmanvaihtokone

Ilmanvaihtokoneena käytettiin Valloxin valmistamaa MUH Ilmava 100 OK-konetta, jossa on liitännät ulkoilma- ja jäteilmaputkille sekä kaksi piiriä huoneistojen tulo- ja poistoilmaputkille (kuva 7). Kone on varustettu tuloilman karkea- ja hienosuodattimille sekä poistoilman karkeasuodattimella. Lämmön talteenottoa varten koneessa on irrotettava metallinen kenno, jonka kautta sekä tulo- että poistoilma kulkevat. /18./

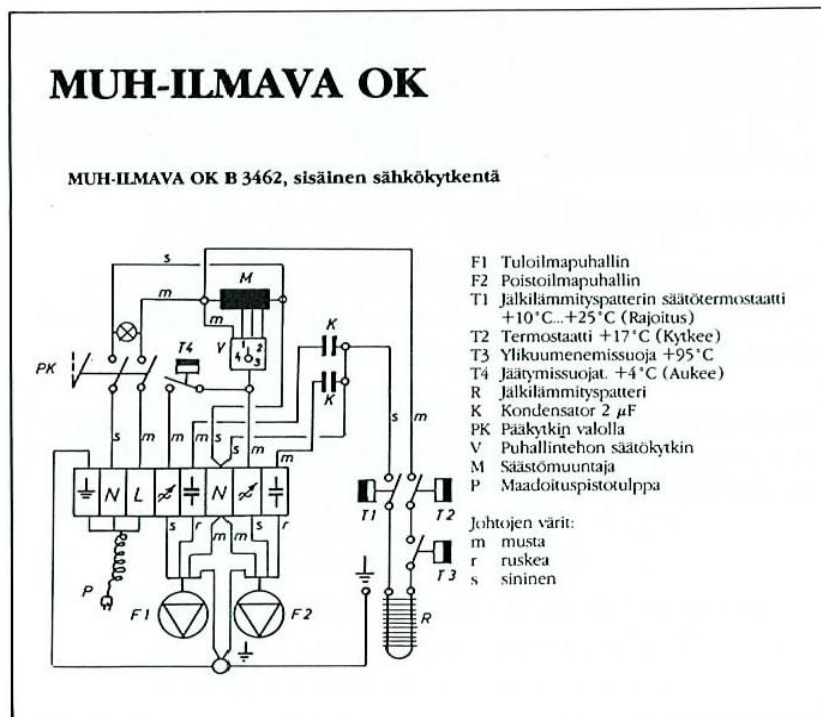


KUVA 7. MUH Ilmava 100 OK ilmanvaihtokone /18/

Tulo- ja poistoilmapiiri ovat toisistaan erillään kennon sisällä, jolloin poistoilman haju ei siirry tuloilmaan, kun taas poistoilman lämmittämien metallilamellien kautta lämpö siirtyy ulkoa tulevaan tuloilmaan johtumalla. Tuloilmalle on lämmön talteenoton jälkeen 500 W:n sähköinen jälkilämmityspatteri. Jälkilämmityspatterin lämmittämän tuloilman lämpötilaa ja puhaltimien pyörimisnopeutta säädetään koneen etulevyssä olevilla säätimillä, lisäksi koneen virtakytkin on samassa paikassa. Lämmön talteenottoonkenno on kesä-ajaksi vaihdettava kesäkennoon, jossa on suorat läpivirtauskanavat ilman lämmön talteenottolamelleja. Jälkilämmitysvastus on otettava pois käytöstä kesäajaksi. /18./

8.2 Alkuperäinen toiminta

Tulo- ja poisto puhaltimien pyörintänopeuden säätö oli alun perin toteutettu säästömuuntajalla, joka ohjasi molempia puhaltimia yhtä aikaa. Ohjaus tehtiin koneen etulevyssä olleella vääntimellä, jolla valittiin säästömuuntajasta haluttu alue kullekin nopeudelle (kuva 8). Säädöllä oli tietyt portaat, eli säätöä ei voitu toteuttaa portaattomasti. Tilanteen ja tarpeen mukaan valittiin sopiva pyörimisnopeus. Tehostusta ilmanvaihtoon tarvitaan yleensä saunomisen, ruoanlaiton, pyykinpesun ja perhejuhlien aikana. /19./



KUVA 8. MUH Ilmava 100 OK sisäiset sähkökytkennät /19/

Jälkilämmitysvastuksen säätöön oli etulevyssä termostaatti, jolla säädettiin haluttu lämpötila tuloilmakanavaan menevälle ilmalle. Ilman lämpötilaa mittasi koneen sisällä oleva kapillaaritermostaatti ja lisäksi lämmitysvastuksella oli oma, palautettava ylikuumenemissuoja. /18./

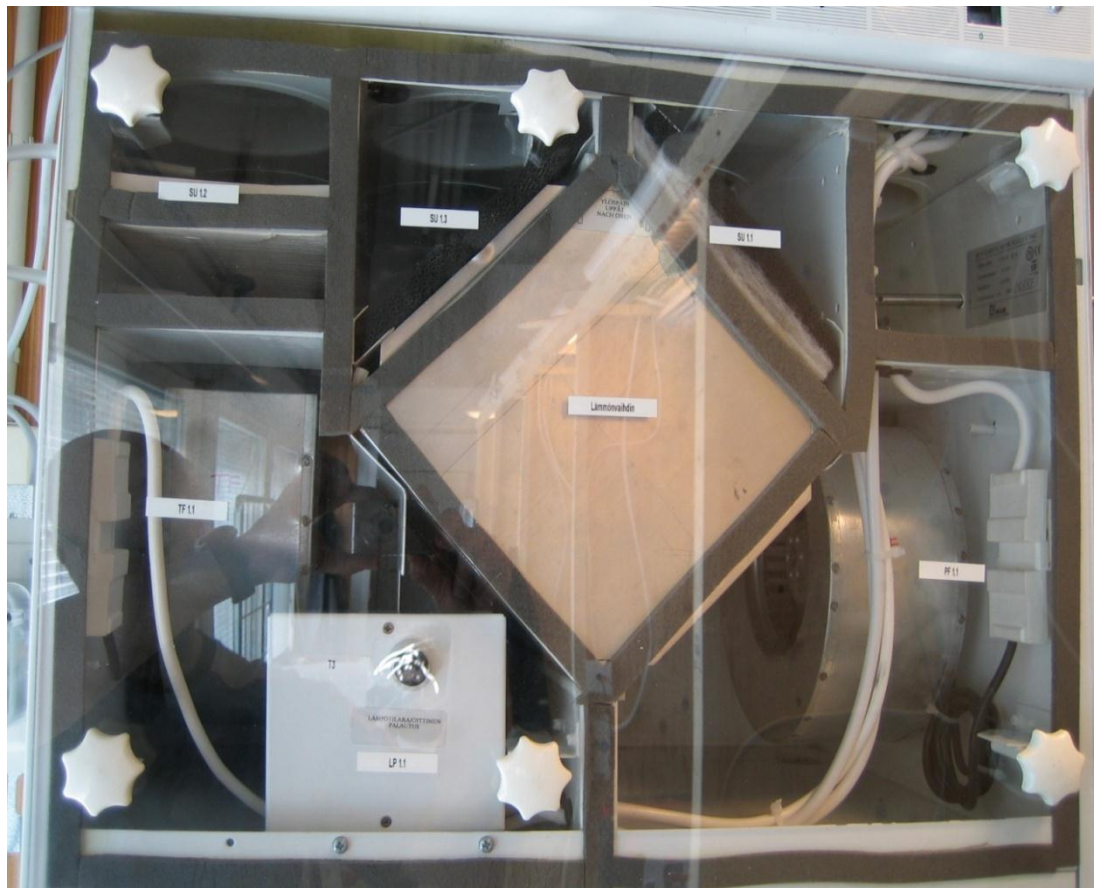
8.3 Tarvittavat muutostyöt

Puhaltimien säätö muutettiin puhallinkohtaiseksi portaattomaksi nopeudensäädöksi, joka toteutettiin OUMAN EH-105 säätökeskuksen ohjaamalla Ziehl-Abeggin jännitteensäätimillä. Vanha säästömuuntajasäädin poistettiin kokonaan käytöstä. Säätökeskus ohjaa 0-10 V jänniteviestillä kahta säädintä, jotka säättävät erikseen kummankin puhaltimen käyttöjännitteen tasoa portaattomasti 0-230 VAC. /19./ Säädön avulla pyrittiin pitämään tulo- ja poistoilman paineet halutuissa asetusarvoissa, jotta sisätiloihin saatiin haluttu alipaine. Lisäksi tavoitteena oli saada puhaltimien pyörimisnopeuden säätö seuraamaan haluttuja asetteluarvoja.

Jälkilämmitysvastuksen ohjaus oli aiemmin toteutettu omalla, ilmanvaihtokoneessa olleella rajoitintermostaatilla, jolla asetettiin tuloilmasta mitatun lämpötilan perusteella, milloin vastus meni päälle. Termostaatti kapillaarilämpötila-antureineen poistettiin kokonaan käytöstä. Jälkilämmitysvastuksen uusi säätö toteutettiin Produalin sähkötehonohjaimella, jota ohjataan säätökeskuksen lähettämällä 0-10 V jänniteviestillä. Sähkötehonohjain ohjaa pulssinleveysmodulaatiolla (PWM) käyttöjännitettä 230 VAC päälle ja pois tietyillä sykleillä. /21./ Säädöllä pyrittiin lämmittämään LTO- kennon kautta ja vastuksen läpi virtaava tuloilma halutun lämpöiseksi.

Jälkilämmitysvastuksen ylikuumenemissuoja laitettiin ohjaamaan lämmitysvastus pois päältä vikatilanteessa, ohjelmallisesti säätökeskuksen ohjaamana. Ilmanvaihtokoneeseen vaihdettiin akryylimuovista tehty, läpinäkyvä huoltoluukku helpottamaan koneen toiminnan esittelyä koulutustilanteessa (kuva 9). Koneen runkoon, ulkopuolelle asennettiin rajakytkin, joka aukeaa huoltokantta irrottaessa toimien huoltokytkimenä kannen avaamisen yhteydessä. Jos huoltokansi avataan koneen pyöriessä, katkeavat sähköt sekä puhaltimilta että jälkilämmitysvastukselta, varmistaen turvallisen työskenteilyn. Rajakytkin kytkettiin ohjauskeskuksella sarjaan hätä-seis piirin indikoinnin kanssa, koska muutoin ei saatu kannen avaamisesta tapahtuvaa ilmanvaihtokoneen pysäytystoimintaa luotettavaksi (liite 3).

Kytettäessä rajakytkin sille tarkoitettuun HUOLTO-SEIS- sisääntuloon, ilmanvaihtokone pysähtyi kannen avaamisesta, mutta välittömästi kannen sulkemisen jälkeen se myös käynnistyi uudelleen automaattisesti ilman erillistä kuittausta säätökeskukselta. Tällainen toiminta loi vaaratilanteen huoltotoimenpidettä silmällä pitäen, koska luukun ollessa auki huoltoasentaja saattoi huoltotoimenpiteitä tehdessään vahingossa painaa rajakytkintä vartalollaan ja näin aiheuttaa ilmanvaihtokoneen käynnistymisen. Kun rajakytkin kytkettiin sarjaan hätä-seis piirin, saatiin luukun avaamisesta järjestelmän välitön pysähtyminen sekä hätä-seis hälytys (liite 3). Hälytyksen pystyi kuittaamaan pois säätökeskuksen käyttöpaneelilta vasta, kun hätä-seis piiri oli uudelleen suljettu, jolloin järjestelmä sai uudelleen käynnistymisluvan.



KUVA 9. Ilmanvaihtokoneen näkymä muoviluukun läpi

Ilmanvaihdon ohjauskytkin sijoitettiin huonetilaan ja hätä-seis painike, joka pysäyttää koko ilmanvaihdon, sijoitettiin kulkuovelle (liite 1) ja se kytkettiin ohjaamaan sekä 230 VAC ohjausvirtapiiriä että indikoimaan säätökeskusta (liitteet 2 ja 3). Tämän kyseisen indikointikytkennän kanssa sarjaan kytkettiin edellä mainittu huoltoluukun rajakytkin (liite 3). Kenttälaitteiden sijainnit, sekä niiden liityntärajapinnat piirrettiin

säätölaitekaavioon, josta oppilaiden piti kuvaa tulkitsemalla paikallistaa komponenttien sijainnit kentällä ja merkitä ne oikeilla tunnuksilla (liite 4). Samalla pyrittiin selvittämään ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa ja säätöä laajemmassa mittakaavassa, sekä selvennettiin sähkö- ja automaatioasennusten välistä rajapintaa asennusten suhteen.

9 KESKUKSET JA KOMPONENTIT

Koulutustarkoitusta varten haluttiin luoda ympäristö, jossa on selkeästi erotettuna moottorikeskus ja ohjauskeskus (VAK). Moottorikeskuksessa (MK1) sijaitsevat puhaltimien ja muiden 230 VAC kenttälaitteiden suojaukset ja ohjaukset. Varsinainen säätö- ja ohjauslaitteisto sijoitettiin ohjauskeskukseen (OK1) kuvaamaan ilmastointikonehuoneessa olevaa valvonta-alakeskusta (VAK). Tällä tavalla voitiin luoda ympäristö, jossa on selkeästi erilliset sähkö- ja automaatioympäristöt.

9.1 Keskukset

Projektia varten rakennettiin kaksi keskusta, moottorikeskus MK 1 ja ohjauskeskus OK 1 (kuva 10). Moottorikeskukseen sijoitettiin kaikki suojalaitteet, päävirtakontaktoirit, apureleet, riviliittimet sekä puhaltimien ja jälkilämmitysvastuksen säätöyksiköt (liite 2). Ohjauskeskukseen sijoitettiin säätökeskus OUMAN EH-105 ja sen tarvitsemat riviliittimet sähköön syöttöä ja kenttäkaapelointeja varten, sekä sarjaliitântäkaapeli tietokoneelle säätökeskuksen konfigurointia varten (liite 3).

Johtimia varten asennettiin molempiin koteloihin muoviset johtokourut, joilla saatiin johtimet piiloon ja asennuksesta tuli siisti. Johtimet ja kaapelit päätettiin WEIDMULLER yksi- ja kaksikerroksisiin riviliittimiin, hienosäikeisissä johtimissa käytettiin johdinpääte holkkeja. Koteloina käytettiin molemmissa FIBOXin muovikoteloita varustettuna läpinäkyvällä kannella. Kaapeliläpiviennit koteloihin tehtiin läpivientiholkeilla alapuolelta, jotka samalla toimivat vedonpoistoina. Anturi- ja toimilaittekaapeleille laitettiin läpivientiholkkeihin tiivisteet, joissa oli valmiit reiät 3-4 kaapelille.



KUVA 10. Moottorikeskus ja ohjauskeskus paikallaan

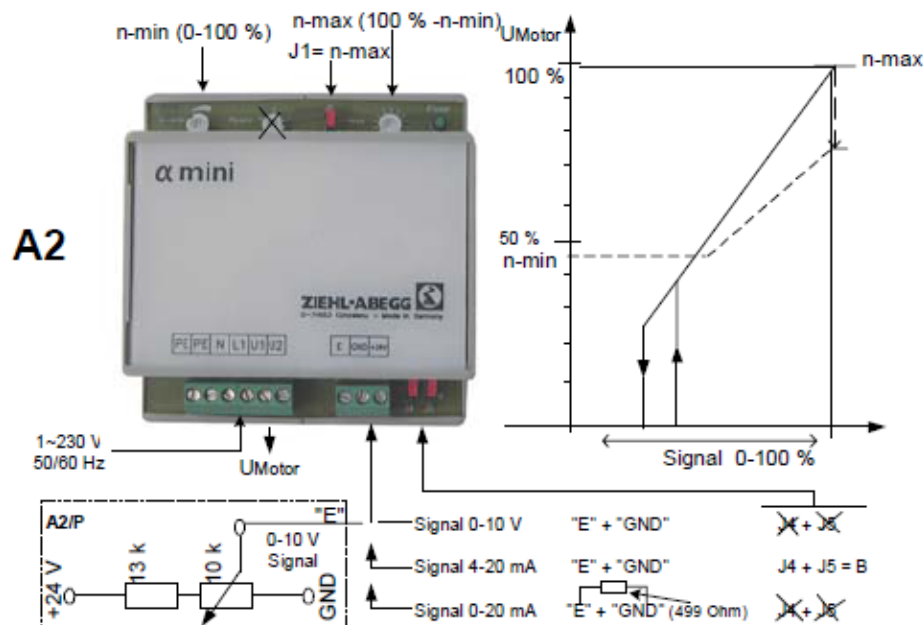
9.2 Komponentit

Ilmanvaihtokoneen ohjauksen ja säädön toteuttamiseksi jouduttiin moottori- ja ohjauskeskukseen sekä kentälle asentamaan tiettyjä laitteita ja komponentteja. Näiden avulla pyrittiin ohjaamaan ja säätämään ilmanvaihtokonetta suunnitellulla tavalla siten, että päästäisiin tutkimaan säätöjärjestelmän toimintaa kiinteistöautomaatiojärjestelmien näkökulmasta.

9.2.1 Puhaltimien jännitteensäädin

Tulo- ja poistopuhaltimien nopeuden säätö toteutettiin Ziehl-Abegg, Amini PKE-2,5VE jännitteensäätimillä (kuva 11). Molemmille puhaltimille asennettiin oma jännit-

teensäädin, joita säätökeskus ohjaa analogiaviestillä (0-10 VDC) asetettujen arvojen mukaan. Molempien puhaltimien nopeutta pystytään säätämään erikseen portaattomasti 0-100 %. Säätökeskus vertailee annettuja ohjearvoja antureilta saatuihin mittausarvoihin ja sen perusteella antaa ohjausarvot jänniteensäätimille ja siten säätää puhaltimien nopeuden sopivaksi. Säätimestä voidaan asettaa säädön minimi- ja maksimiarvojen prosentuaaliset arvot välillä 0 – 100 %. Jänniteensäätimet sijoitettiin moottorikeskukseen MK1 (liite 3). /20./



KUVA 11. Ziehl-Abegg Amini PKE-2,5VE jänniteensäädin /20/

9.2.2 Jälkilämmitysvastuksen tehonsäädin

Jälkilämmitysvastuksen ohjaus haluttiin myös säädettäväksi, joten sitä varten otettiin käyttöön Produal STS 1 sähkötehonohjain (kuva 12), joka sijoitettiin moottorikeskukseen MK1 (liite 3). Säätö toteutettiin säätökeskuksesta tulevalla 0-10 VDC viestillä, jolla ohjattiin aikasuhteellisesti (jakson pituus n. 20s) vastukselle menevää 230 VAC verkkojännitettä. Tehon ohjaus perustuu PWM- säätöön, eli pulssin leveys modulaatioon, samaan tekniikkaan mitä käytetään taajuusmuuttajissa. Mitä enemmän lämpötehoa halutaan, sitä pidemmän aikaa lämmitystä pidetään kerrallaan päällä, eli pulssin kesto on silloin pidempi (leveämpi). Tehon päälle kytkentä tapahtuu siniaallon 0-kohdassa, jolloin kytkennästä ei aiheudu häiriöitä sähköverkkoon. /21./



KUVA 12. ProDual STS 1 aikasuhteellinen tehonsäädin /21/

Jälkilämmitysvastus ei saa käyntilupaa ennen kuin tuloilmapuhallin on ohjattu päälle. Käyntilupatieto otettiin tuloilmapuhaltimen käynti-indikoinnista säätökeskuksella (liite 2). Vastuksen ylikuumenemissuoja kytkettiin indikoimaan säätökeskusta ja varmuuden vuoksi vielä katkaisemaan ohjausjännitteen vastuksen päävirtakontaktorilta. Ilmanvaihtokoneen huoltoluukun avaaminen katkaisee myös sähkön vastukselta (liitteet 2 ja 3).

9.2.3 Hakkuriteholähde

Simuloituja kenttälaitetoimintoja varten tarvittiin teholähde, josta täytyi saada vähintään 10 VDC jännite ulos jänniteviestillä (0-10 VDC) tapahtuvaa säätöä varten. Tätä tarkoitusta varten valittiin teholähteeksi DRA18-12A hakkuriteholähde (kuva 13), josta saatiin potentiometreillä ja jännitteenjakovastuksilla toteutettuja simuloituja mittausta varten tarvittava 12 VDC jännite. Kyseisillä jännitteenjaoilla saatiin haluttu 10 VDC jännite säätövastuksille (potentiometreille). Teholähde asennettiin ohjauskeskukseen OK1 ja sen tarvitsema 230 VAC käyttöjännite otettiin säätökeskuksen syötöstä (liite 3). /22./



KUVA 13. DRA18-12A hakkuriteholähde 230 VAC/12 VDC /22/

10 SÄÄTÖKESKUS

Säätökeskuksena käytettiin OUMAN EH-105 säädintä, joka on tarkoitettu ilmastoinnin ohjaukseen ja säätöön. OUMAN EH-105 on älykäs prosessoripohjainen säädin, joka soveltuu erilaisiin sovelluskohteisiin. Informatiivinen, opastava näyttö mahdollistaa järjestelmän helpon käyttöönoton, järjestelmän tilan seurannan ja muutosten teon (kuva 14). EH-105:n avulla voidaan toteuttaa tilanteen- ja tarpeenmukainen ilmanvaihtoratkaisu, joka ottaa huomioon valvottavan tilan muuttuneet olosuhteet, kuten sisä- ja ulkolämpötila, CO₂-pitoisuus, kanavapaineet ja ilman kosteus. /23, s. 1./

Käyttöönoton vaatima konfigurointi voidaan tehdä myös tietokoneella paikallisesti EIA 232 sarjaväylän kautta EH-105 konfigurointiohjelmalla. Tietokoneen avulla asetusten, ohjearvojen ja käyttöparametrien teko sujuu selkeämmin ja nopeammin kuin säätimen käyttönäppäimistön kautta tehtynä. Lisäksi tietokoneella voidaan tehdä etukäteen haluttu perusohjelma, jolla järjestelmä saadaan heti toimintaan, kun asennukset ja kytkennät ovat valmiit. Lisäksi olemassa oleva ohjelma pysyy tallessa tietokoneen kovalevyllä tai USB -muistitikulla. /24, s. 3./

Käyttöpaneeli

Säätimen ohjaama ilmastointikojen teho tällä hetkellä

Selaus-näppäimellä
> osoitin liikkuu
ylös ja alas.

Ryhmänvaihto-näppäin,
jolla pääset säätö-
portaasta toiseen.
- Peltiporras
- LTO-porras
- Lämmitysporras
- Jäähdytysporras
- IV-kojeen ohjaus

Vähennä-
näppäin

Hyväksy-näppäimellä
mennään valikossa
>-merkitystä kohdasta eteen-
päin sekä hyväksytään tehty
asetus tai kuitataan hälytys

Lisää-näppäin

INFO-näppäimellä saat
toimintaohjeita tai lisätietoa
näyttöön tulevana tekstinä eri
käyttötilanteissa.

Peruutus-näppäin,
paluu edelliseen
näyttöön tai
hälytysäänen
vaiennus ilman
kuittausta



Ilmastointikojen ohjaustapa

Otsikkoteksti

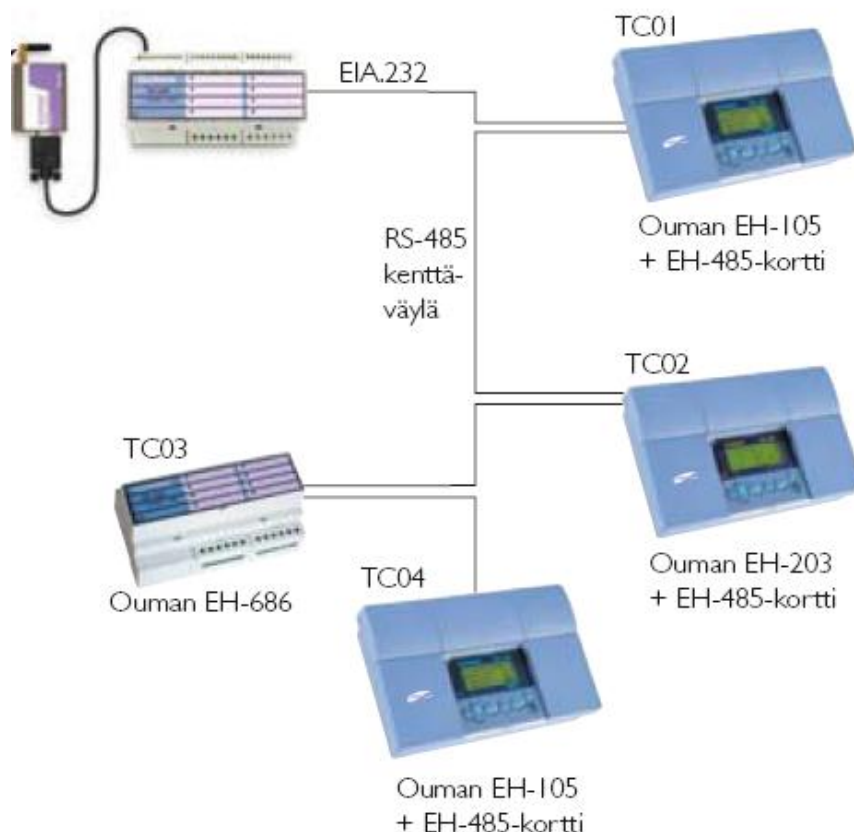
Esim. "Liikuntasali TK102" vierii
näytössä, jos otsikkoteksti on otettu
käyttöön ks. s. 46.

Säätöportaan ohjausta
ilmaisevat symbolit:

- || Säätöportaan ohjaus 0 %
- ▮ Pylvään korkeus kuvaa
säätöportaan ohjauksen tasoa
0 - 100 % (0 - 10 V)
- Säätöportaan ohjaus 100 % (10 V)
- K Säätöporras on käsiajolla
- ▲ Säädin ohjaa 3-tilaohjattua
moottoria auki
- ▼ Säädin ohjaa 3-tilaohjattua
moottoria kiinni

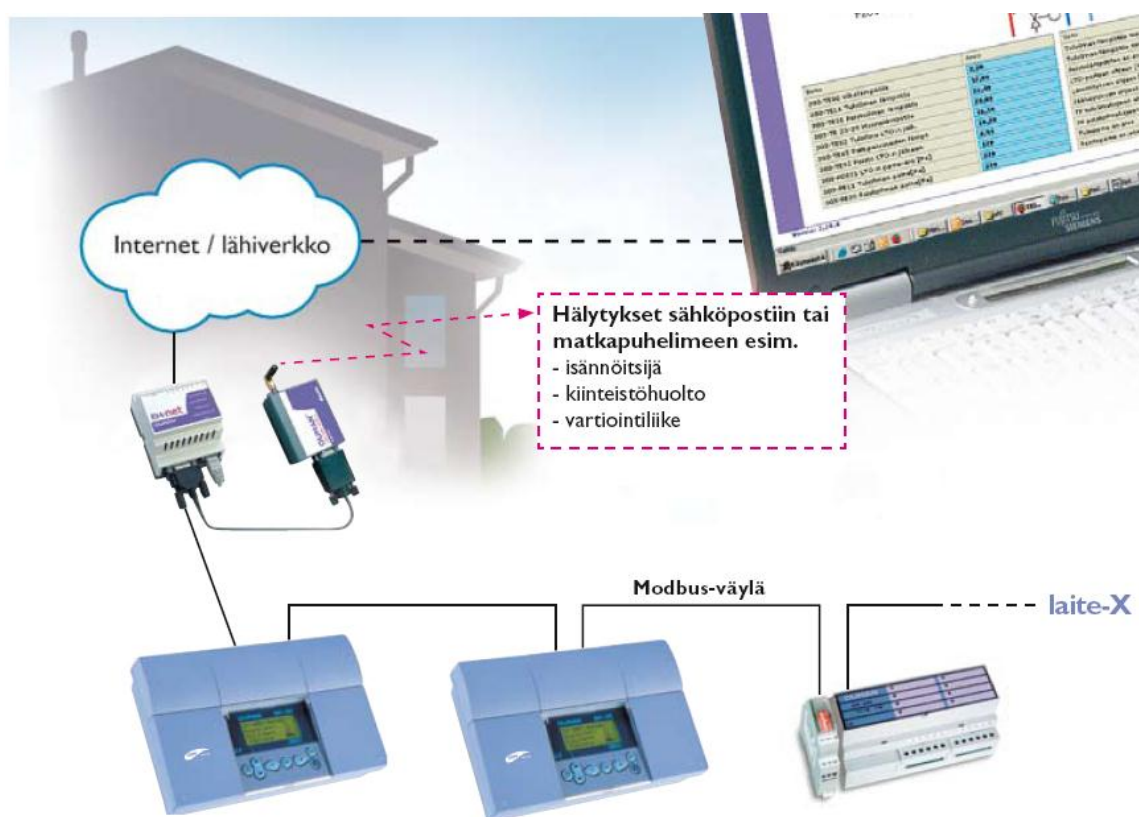
KUVA 14. Ouman EH-105 ilmastoinnin säätimen käyttöpaneeli /23/

EH-105-säätimen useimpia käyttäjätason toimintoja voidaan toteuttaa myös matkapuhelimen tekstiviestien avulla. Tämä edellyttää sitä, että lisävarusteena saatava GSM-modeemi on kytketty säätimeen. GSM-valvontaa voidaan toteuttaa myös RS-485 kenttäväylää hyödyntämällä. Asentamalla säätimiin väyläsovitinkortit voidaan väylään kytkeä useita säätimiä, joita voidaan hallita väylään kytketyn EH-686-isäntälaitteen ja GSM-modeemin avulla. Jokaiselle väylään kytketylle laitteelle voidaan antaa yksilöidyt osoitteet, jolloin järjestelmä tunnistaa, minkä säätimen kanssa käyttäjä kulloinkin haluaa kommunikoida (kuva 15). Näin pystytään hallitsemaan isommankin kiinteistön laajalle alueelle hajautettua ilmastoinnin ohjausta. /24, s. 6./



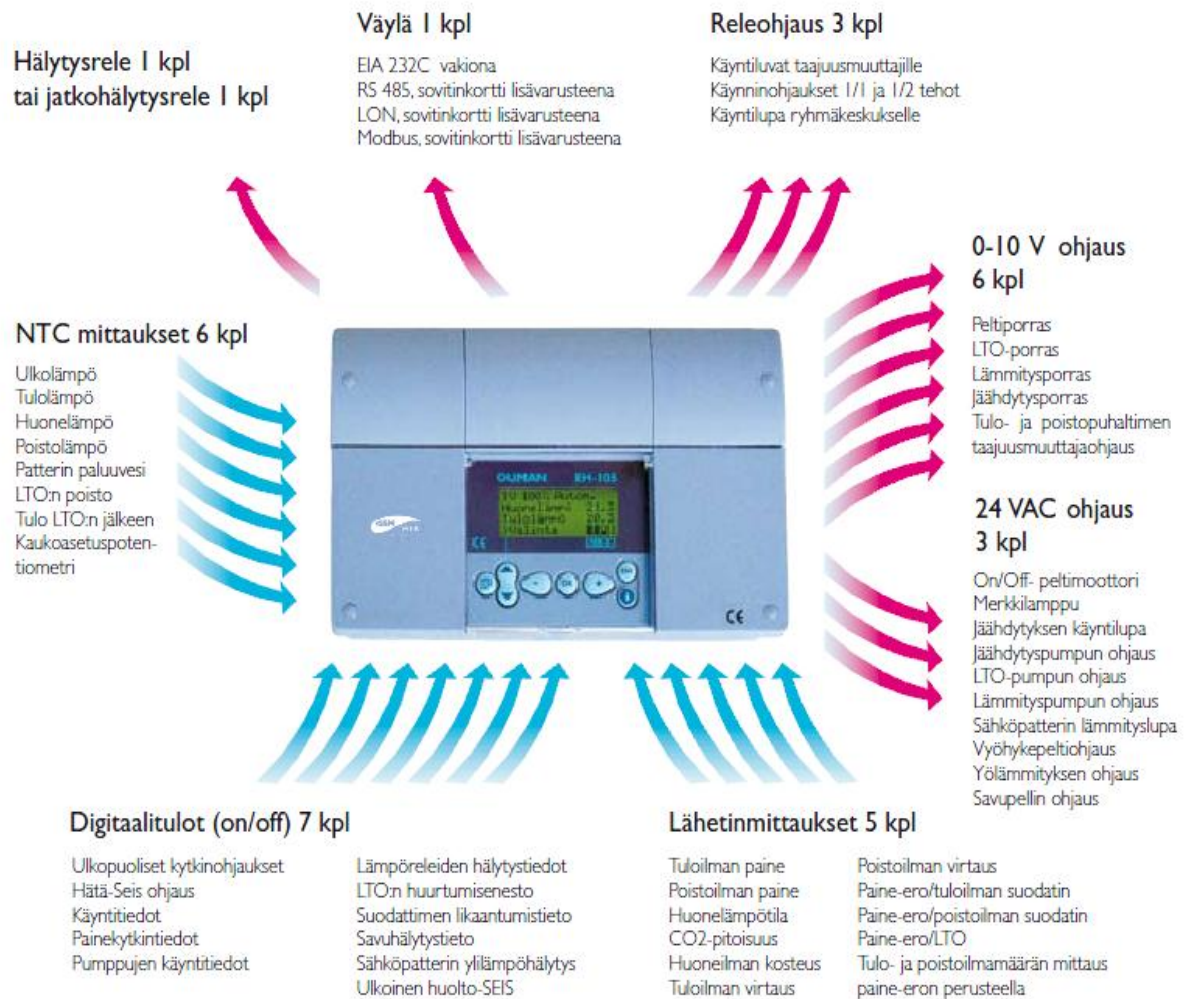
KUVA 15. Ouman EH-105 GSM-pohjaiset valvontaratkaisut /24, s. 6/

Yksittäistä säädintä voidaan myös ohjata ja valvoa Internetin tai kiinteistön lähiverkon kautta havainnollisella selainpohjaisella käyttöliittymällä, lisävarusteena saatavan EH-net palvelimen avulla. EH-netin avulla voidaan lukea järjestelmästä reaaliaikaisia mittauksia, muokata ja tarkastella asetuksia sekä vastaanottaa ja kuitata erilaisia hälytyksiä. EH-net mahdollistaa myös Modbus-väylään liitettyjen OUMAN-laitteiden helpon ja keskitetyn hallinnan yhdellä käyttöliittymällä (kuva 16). Valvonta ja ohjaus voidaan toteuttaa samalla periaatteella kuin GSM-valvonnassa hajautetulla, osoitteellisella järjestelmällä. Säädin voidaan myös liittää sovitinkortteja käyttämällä Lon- ja Modbus-protokollaa tukeviin valvomoratkaisuihin. /24, s. 6-8./



KUVA 16. Ouman EH-105 etäkäyttö web-selaimella /24, s. 7/

Säätimessä on hälytysten vastaanotto ja välitystoiminnot sekä viikko/vrk-kellotoiminnot, joilla voidaan luoda vuosikalenteriin sidottuja ilmanvaihtokojeen käynnin ohjauksia. Säätökeskuksessa on 6 mittaustuloa NTC lämpötila-antureille, 4 mittaustuloa analogia-antureille (0-10 VDC), 7 digitaalituloa indikoiteja ja ohjauksia varten, 6 analogialähtöä (0-10 VDC) kenttälaitteille sekä rele- ja 24 VAC lähtöjä kenttälaitteille (kuva17). /24, s. 5./ Käyttämättä jääneitä NTC- ja analogiatuloja voidaan ohjelmallisesti määritellä digitaalituloiksi siinä tapauksessa, että valmiit digitaalitulot eivät jostain syystä riitä /24, s. 44/. Säätimen käyttöjännite on 230 VAC.



KUVA 17. Ouman EH-105 ilmastoinnin säätimen liitännät /24, s. 5/

11 KENTTÄLAITTEET

Kenttälaitteet pyrittiin sijoittamaan säätölaitekaavion mukaan samankaltaisiin kohtiin, joissa ne ovat myös oikeissa ilmanvaihdon- ja ilmastoinnin säätölaitekaavioissa (Liite 4). Kenttälaitteet löytyivät lähes kaikki LVI-osaston varastosta; ainoastaan yksi paine-erolähetin (Produal PEL-1000) jouduttiin erikseen ostamaan. Kenttälaitteilla kerättiin ilmanvaihdon säätöön tarpeellista informaatiota ilmanvaihtokoneesta, putkistoista, sisätilasta ja ulkoa. Tarkkailtavina suureina olivat lämpötila ja ilmanpaine, lisäksi putkistojen ilmavirtausta ohjattiin peltimoottoreiden liikuttamalla säätöpelleillä (kuva 18).



KUVA 18. Kenttälaitteiden sijoittelut.

11.1 Mittausanturit

Lämpötilan mittaukseen käytettiin ilmanvaihtokanavissa ja sisällä Pro dual TEK NTC 10-kanavalämpötila-antureita (kuva 19) ja ulkona OUMAN TMO/NTC-10 lämpötila-anturia (kuva 20). Lämpötilaa mitattiin NTC- termistorielementillä, jonka nimellisvastus on $10\text{ k}\Omega/25^{\circ}\text{C}$. Termistorielementtien toiminta perustuu negatiiviseen lämpötilakertoimeen, eli lämpötilan noustessa NTC- vastuksen resistanssi pienenee. /25./



KUVA 19. Produal TEK NTC 10 kanavalämpötila-anturi /25/



KUVA 20. Ouman TMO/NTC 10 ulkolämpötila-anturi /26/

Kanavalämpötila-anturia käytettiin myös sisäilman lämpötilan mittaukseen, koska varastosta ei löytynyt varsinaista huonelämpötila-anturia. Järjestelmään haluttiin kuitenkin saada tieto sisälämpötilasta, ja tässä tilanteessa kanavalämpötila-anturilla päästiin haluttuun lopputulokseen. Lämpötila-anturit kytkettiin säätökeskuksen termistorituloihin (liite 3). Mittausten perusteella säätökeskus aseteltiin säätämään puhaltimien pyörintänopeutta ja jälkilämmitysvastuksen lämmitystehoa.

11.2 Paine-erolähtetimet

Järjestelmään asennettiin Produal PEL-1000 ja -1000N paine-erolähtetimiä (kuva 21) kolme kappaletta. Paine-erolähtetimet kytkettiin säätökeskuksen analogiatuloihin, joihin saadaan 0-10 VDC-jänniteviestinä kohteessa oleva paine-ero. PEL-1000N-lähtetimissä on myös LCD-näyttö, josta voidaan paikallisesti tarkkailla vallitsevaa paine-eroa tai kanavapainetta. /27./

Tuloilmasuodattimen tukkeutumista tarkkailemaan asennettiin yksi paine-erolähetin, joka mittaa paine-eroa suodattimen ylitse. Tuloilmakanavaan asennettiin toinen lähetin mittaamaan huoneilman ja kanavailman paine-eroa. Lisäksi asennettiin kolmas lähetin mittaamaan paine-eroa LTO:n (lämmön talteenottokeino) ylitse tuloilmapuolelle suodattimien tukkeutumisen ja LTO- keinoon jäätyksen valvomiseksi (liite 4).



KUVA 21. Produal PEL-1000N ja 1000 -paine-erolähettimet /27/

Paine-erolähettimissä oli valittavana kaksi painealuetta, 0 – 500 Pa ja 0 – 1000 Pa. Valinta tehtiin lähettimen sisällä olevalla valintakytkimellä. Tätä järjestelmää varten valittiin 0 – 500 Pa alue, koska sillä päästiin parempaan tarkkuuteen. /27./

11.3 Suodatinvahti

Tuloilman suodattimen yli laitettiin kalvotoimisen paine-eromittarin ja paine-erokytkimen yhdistelmä (kuva 22) tarkkailemaan suodattimen tukkeutumista. Kyseisessä toimilaitteessa on viisarinäyttö paine-eron paikalliseen ilmaisemiseen ja lisäksi mekaaninen kytkin, joka toimii vääntimestä asetellulla paine-eroarvolla. /28./



KUVA 22. HK Instruments DPGPS suodatinvahti /28/

Paine-erokytimen koskettimelta hälytysviesti vietiin säätökeskuksen digitaalitulolle, jolloin näyttöön saatiin suodattimen tukkeutuessa hälytystilatieto. Suodatinvahti on tarkoitettu painealueelle 0-300 Pa. /28./

11.4 Peltimoottorit

Tulo- ja poistoilmakanaviin asennettiin Belimo TF 24-peltimoottorit (kuva 23) ilmanvaihtokoneen välittömään läheisyyteen, joita ohjataan säätökeskuksen 24 VAC lähdöllä. Peltimoottorit ovat jousipalautteisia, eli ne avautuvat sähköisellä ohjauksella (24 VAC) ja jännitteen katketessa peltimoottori sulkeutuu jousivoimalla. /29./



KUVA 23. Belimo TF 24 peltimoottori /29/

Peltimoottoreiden ohjaus on säätökeskuksen kentältä saamien tilatietojen ja ohjausten varassa, eli jos puhaltimet eivät pyöri tai on joku vika- tai vaaratilanne, niin auki olevat pellit sulkeutuvat. Ilmanvaihdon tehon säätöä ei kaksitoimisilla peltimoottoreilla voida toteuttaa, sitä varten tarvittaisiin portaattomasti säädettävä peltimoottori, esim. Belimo LM24A-MF. Kyseistä peltimoottoria pystytään ohjaamaan jänniteviestillä (0-10 VDC) haluttuun asentoon ja pysäyttämään siihen. /30./

11.5 Simuloidut kentälaitetoiminnot

Ilmanvaihdon säätö haluttiin saada erikoistilanteita, esim. ilmamäärän säätöjä, varten portaattomasti säädettäväksi. Ainoa keino, jolla pystyttiin toteuttamaan ulkopuolinen, kentälaitteista riippumaton säätö, oli rakentaa ohjauskeskukseen simuloitu hiilidioksidimittaus. Hiilidioksidianturia kuvaamaan laitettiin kentälle (kuva 24) ohjauskeskuksen läheisyyteen pieni muovikotelo, johon kyseinen jännitteenjakokytkentä ja säätöpotentiometri asennettiin (liite 3).

Samanlaiset simuloidut mittauspisteet rakennettiin myös ilmakehän- ja sisälämpötilan mittauksia varten. Sisälämpötilan simulointikytkentään asennettiin lisäksi normaali valaistusasennuksissa käytettävä uppoasennus 6-kytkin (vaihtokytkin), jolla pystytään vuorottelemaan kentällä olevan huonelämpötilan mittausturin ja huonelämpötilan simuloinnin välillä (liite 3). Kytkin asennettiin moottori- ja ohjauskeskuksen välillä olevaan johtokanavaan (kuva 10).



KUVA 24. Simuloidut mittauspisteet

Koska säätökeskuksen analogia sisääntulojen jännitetason on oltava 0-10 VDC, jännitteenjakokytkennällä täytyi ensin luoda 2 V:n jännitehäviö apuvastuksen ylitse. Tällä tavoin haluttu 10 V:n jännitehäviö saatiin jäämään varsinaisten säätövastusten (potentiometrien) ylitse. Säätövastusten ulostulot johdotettiin säätökeskuksen analogiatuloihin, jolloin pystyttiin simuloimaan hiilidioksidi-, ilmankosteus- sekä huonelämpötilamittauksia. Kun IV-ohjaus laitettiin seuraamaan hiilidioksidipitoisuutta, voitiin ilmanvaihdon tehoa, eli tulo- ja poistoilmakoneiden pyörintänopeuksia, säätää portaattomasti ja samalla kuvata ilmanvaihdon toimintaa tilassa olevan kuvitteellisen henkilömäärän (hiilidioksidimäärän) lisääntyessä ja pienentyessä. Samalla tavalla pystyttiin vaikuttamaan ilmanvaihdon säätöön muuttamalla simuloituja ilmankosteus- ja huonelämpötila-arvoja (liite 3).

12 TYÖN TOTEUTUS

Projektin asennustyö ja käyttöönotto toteutettiin oppilastyönä, eli koko projekti toimi samalla koulutustilanteena. Työn suorittamista varten laadittiin työohje, jonka perusteella työ jaettiin eri vaiheisiin. Ensimmäinen oppilasryhmä sai tehtäväkseen suurimman osan töistä. He rakensivat keskuksat ja tekivät kenttäkaapeloinnit, kenttälaitteasennukset, kytkennät, käyttöönottotarkastuksen ja järjestelmän käyttöönoton. Työ suoritettiin noudattaen siitä laadittua työohjetta, jossa työn suoritus on jaettu selkeisiin osiin (liite 5).

Toinen oppilasryhmä tuli harjoittelemaan valmiille opetuslustalle, ja heidän tehtäväkseen jäi pelkästään järjestelmän käyttöönotto ja toimintakokeiden suorittaminen. Lisäksi he rakensivat järjestelmään säätövastuksilla ohjattavat, simuloitua mittauspisteet hiilidioksidille, ilman kosteudelle sekä huonelämpötilalle. Siihen rakennettiin lisäksi vuorottelukytkekin olemassa olevalle huonelämpötila-anturille (liite 3). Oppilasryhmä sai onnistuneesti kaikki säätötavat toimimaan, joihin simuloituilla mittauspisteillä pystyttiin vaikuttamaan. Työ suoritettiin noudattaen siitä laadittua työohjetta (liite 5).

Opetusmateriaalina käytettiin Talotekniikan automaatio- oppikirjaa (Harju 2004). Kirjasta käytiin läpi ilmastoinnin- ja ilmanvaihdon ohjaukseen ja säätöön liittyvät asiat mukaan lukien erilaisten komponenttien tunnistaminen sekä säätölaitekaavioista että

kentällä. Lisäksi kirja toimi koko ajan oppilailla lähdeteoksena, josta he saattoivat hakea tietoa ja apua ongelmakohtissa.

12.1 Keskusten kokoaminen

Keskusten komponenttien sijoittelu halutuille paikoille tehtiin laadittujen osasijoittelukuvien perusteella. Kuviin oli piirretty komponentit mittakaavassa omille paikoilleen, samoin johtokourujen koot ja asennusvälit oli merkitty valmiiksi. Riviliittimet merkittiin ryhmätunnuksilla, jolloin tietyn toiminnan johdotukset suoritettiin kukin omille liitinryhmilleen (liitteet 2-3).

Erilaisten sähkökuvien lukeminen ja tulkitseminen on olennainen osa sähköasentajan toimenkuvaa, ja tätä silmällä pitäen kuvista pyrittiin tekemään mahdollisimman monipuoliset. Tässä harjoituksessa voidaan jatkossa kerrata pääkaavioiden, piirikaavioiden, keskusten koonpanokuvien, säätölaitekaavioiden yms. lukemista, tulkintaa ja merkitystä. Ennen kaikkea korostettiin tehtyjen muutos- ja lisäystöiden päivittämistä olemassa oleviin kuviin.

12.2 Johdotukset

Kaikki keskusten sisäiset johdotukset kytkettiin riviliittimille, koska jatkossa kenttäkaapelointeja voidaan joutua kytkemään ja irrottamaan toistuvasti, jolloin komponenttien ja säätökeskuksen liittimet saattaisivat vioittua. Riviliittimien uusiminen on huomattavasti edullisempaa kuin arvokkaiden keskus komponenttien. Keskusten kalustamisessa ja sisäisessä johdotuksessa pyrittiin noudattamaan soveltuvin osin konestandardia SFS-EN60204-1 käytettävien johdinvärien ja poikkipinta-alojen osalta.

230 VAC piireissä käytettiin vaihejohtimena punaista 1,5 mm² johdinta ja nollajohtimena vaaleansinistä 1,5 mm². Ohjauspiireissä (24 VAC) käytettiin johdotuksena tumman sinistä 0,75 mm² sekä vaihe- että nollajohtimella, säätöpiireissä (0-10 VDC) käytettiin valkoista 0,75 mm² johdinta sekä maa- että signaalijohtimena. /31, s. 134-146./

Käyttämällä eri johdinvärejä voitiin visuaalisesti erottaa eri jännitepiireihin kuuluvat johtimet johtokouruissa ja komponenteilla. Samalla korostettiin sitä, että signaalikaapeleita, joiden johtimien jännitekestoisuus ei ole riittävä (esim. NOMAK), ei saa laittaa samaan johtokouruun pienjännitejohtimien (230 - 400 VAC) kanssa. Käytettyjen johtimien eristeiden jännitekestoisuuden varmistettiin kestävän suurimman paikalla esiintyvän jännitetason. Kaikki johdotukset tarkastettiin johtavuusmittauksella (yleismittarille) varmistaen niiden oikeellisuus sähkökuviin nähden.

Ilmanvaihtokoneen sisäisiin kytkentöihin jouduttiin tekemään jonkin verran kytkentämuutoksia. Alkuperäisessä kokoonpanossa koneen ohjaus hoidettiin ohjauspaneelin kautta, jossa oli säästömuuntaja puhaltimien nopeuden säätöä varten (kuva 6). Tätä varten koneen kytkentätilaan vaihdettiin riviliittimet vastaamaan uutta käyttötarkoitusta. Jälkilämmitysvastusta ja ylikuumenemissuojaa varten tehtiin ilmanvaihtokoneen sisälle uudet kaapeloinnit MSK-kalustekaapelilla vanhojen kaapelointien mukaan.

12.3 Kaapeloinnit

Kenttäkaapelointeja varten jouduttiin rakentamaan vain vähän kaapelointireittejä, koska pystyttiin hyödyntämään olemassa olevia reittejä. Kaapeleiden tuonti keskuksille olemassa olevalta kaapelihyllyltä tehtiin muovisella johtokanavalla, jolloin asennuksesta saatiin suhteellisen siisti. Ilmanvaihtokoneelle rakennettiin pieni pätkä uutta kaapelihyllyreittiä ja lisäksi käytettiin JAPP-asennusputkea yksittäisten kaapeleiden kiinnittämiseen.

Kenttäkaapeloinnit tehtiin 230 VAC-syöttöjen osalta MMJ- ja MMO-kaapeleilla. Oppilaille annettiin tehtäväksi selvittää, mitä kaapelityyppejä tuli käyttää missäkin tilanteessa. Antureiden, 24 VAC-ohjausten ja analogiaviestien kaapeloinnit säätökeskukselle tehtiin häiriösuojatuilla NOMAK- ja KLMA-kaapeleilla. Samalla selvitettiin toiminnallisen maadoituksen (FE) merkitys automaatiojärjestelmien EMC-häiriösuojauksessa.

Ilmanvaihtoputkien potentiaalintasaus tehtiin MK 6-keltavihreällä johtimella kiinteistön päämaadoituskiskolle. Potentiaalintasauksen merkitys koko kiinteistön maadoitusjärjestelmän osana käsiteltiin työn suorittamisen ohessa. Ohjaus- ja säätökaapeloinnit esitettiin ohjauskeskuksen kuvien yhteydessä, mutta moottorikeskuksen puhaltimien-

ja jälkilämmitysvastuksen syöttöjen osalta oppilaat saivat osana harjoitusta itse selvittää, millaista kaapelia niille piti käyttää (liite 3). Kaikki kaapelit merkittiin kaapelitunnuksilla molemmista päistä tunnistamisen helpottamiseksi.

12.4 Käyttöönotto

Käyttöönottotilanne pyrittiin luomaan sellaiseksi, että oppilaat ymmärsivät mitä kaikkea kuuluu tällaisen sähkölaitteiston käyttöönottoon. Käyttöönoton sähköturvallisuuden liittyvässä osassa tukeuduttiin aiheesta laadittuun oppaaseen Kiinteistöjen sähköasennusten käyttöönottotarkastukset (STUL ry 2007).

12.4.1 Käyttöönottotarkastus

Ennen sähköjen kytkemistä asennuksille tehtiin käyttöönottotarkastus, jossa varmennettiin sähkölaitteiston turvallisuus sähköturvallisuuslain (410/96) 5 § mukaisesti /32, s. 11/. Aistinvaraisella eli silmämääräisellä tarkistuksella, jota oli tehty työn alusta alkaen, varmistettiin, että kaikki komponentit ovat ehjiä, oikein asennettuja ja kytkettyjä. Asennuksille suoritettiin normaalit käyttöönottotarkastuksen testauksiin kuuluvat suojajohtimen jatkuvuus-, eristysresistanssi-, oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssi mittaukset. Suojajohtimen jatkuvuus- ja eristysresistanssi mittaukset kuuluvat jännitteettöminä tehtäviin mittauksiin, kun taas oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssi mitaus suoritettiin jännitteellisinä. /32, s. 12-38./

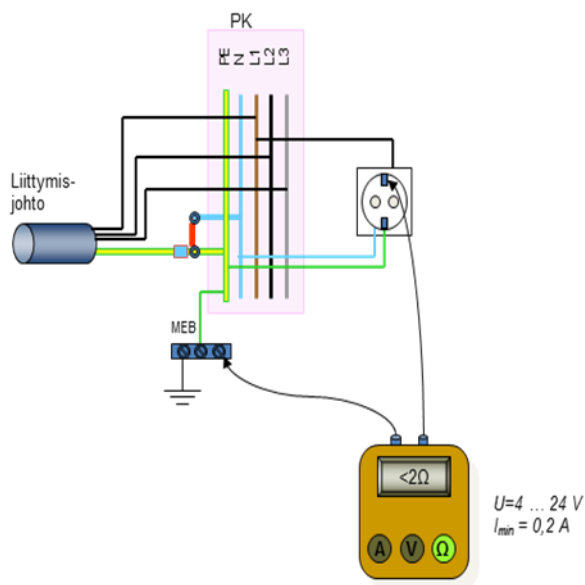
Ennen suojajohtimen jatkuvuusmittausta varmistettiin kohteen jännitteettömyys kääntämällä suojalaitteet ja syöttävän ryhmäkeskuksen pääkytkin pois päältä. Seuraavaksi estettiin jännitteen uudelleen kytkentä lukitsemalla suojalaitteet ja pääkytkin auki-asentoon ja laitettiin niiden yhteyteen varoituskyltti, jossa kielletään kytkemästä sähköjä päälle. Jännitteettömyys varmistettiin mittaamalla testattava kohde virallisella jännitteen koettimella.

Suojajohtimen jatkuvuusmittaukset (kuva 25) tehtiin kaikkien suoja-, maadoitus- ja potentiaalintasausjohtimien ja kiinteistön päämaadoituskiskon välillä /32, s. 12-26/. Standardi SFS 6000 suosittelee käytettäväksi testilaitetta, jonka syöttöjännite kuormittamattomana on 4-24 V tasa- tai vaihtojännitettä ja minimivirta on 0,2 A. Normaalisti mittaustulokset vaihtelevat 0-2 Ω , vain poikkeuksellisen pitkillä kaapelointipituuksilla

mittaustuloksen arvo voi ylittää $2\ \Omega$. Yleensä hyväksyttävän mittaustuloksen yläraja onkin $2\ \Omega$. /32, s. 20-22./

Suojajohtimien jatkuvuus

PE-johdin (maadoituskisko-laitteen suojamaadoitettu osa)

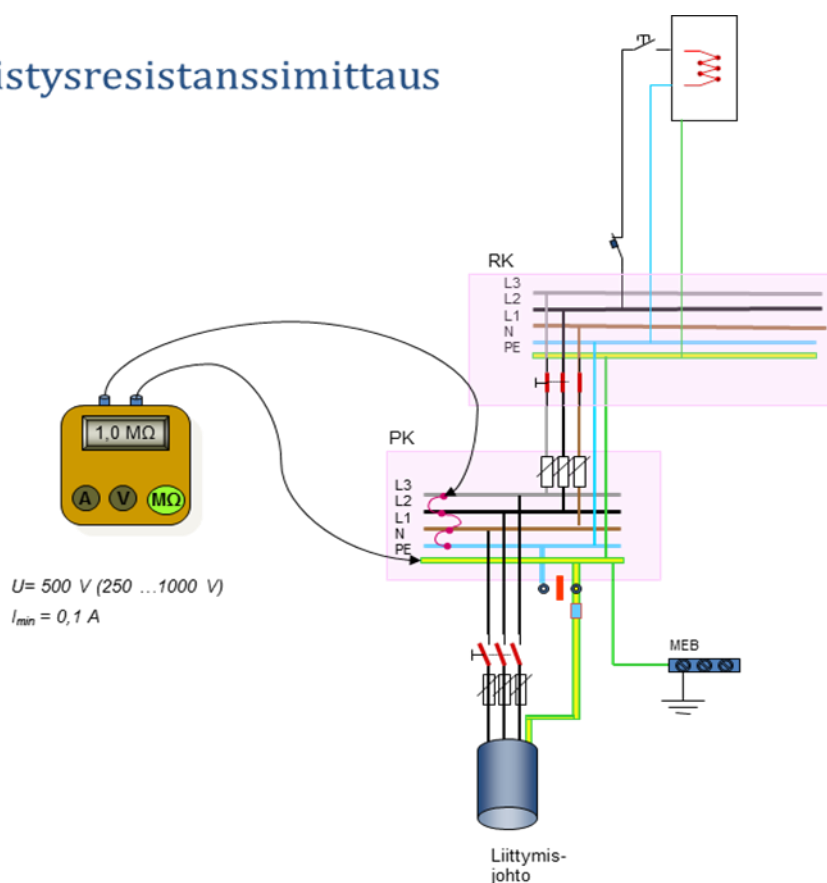


KUVA 25. Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus /34/

Eristysresistanssi mitattiin yhdellä kerralla koko asennuksesta (kuva 26). Eristysresistanssimittaus on tehtävä kaikkien jännitteisten johtimien ja maan (PE) väliltä. Mittauksella varmistetaan nolla- ja suojajohtimen erillään olo koko asennuksessa. Moottorikeskusta (MK1) syöttävästä ryhmäkeskuksesta irrotettiin syöttävän kaapelin nollajohdin nollakiskosta, jolla varmistettiin nolla – ja suojajohtimien erillään oleminen mittauksen ajan.

Seuraavaksi asetettiin käsin kaikki moottorikeskuksen suojalaitteet (ylivirtasuojat) ja kontaktorit kiinni-asentoon. Moottorikeskusta syöttävän kaapelin nolla- ja vaihejohdin oikosuljettiin keskenään, jolla estettiin mittauspiiriin liitettyjen elektronisten laitteiden vaurioituminen mittausjännitteestä. Eristysresistanssin mittaus tehtiin 500 V:lla oikosuljettujen nolla- ja vaihejohtimien ja moottorikeskuksen suojakiskon väliltä. Mittaustulos täytyy olla eristysresistanssimittauksessa vähintään $1\ \text{M}\Omega$, eli miljoona ohmia. /32, s. 26-34./

Eristysresistanssimittaus



KUVA 26. Eristysresistanssimittaus /35/

Ennen jännitteen kytkemistä keskuksille hätä-seis-painike lukittiin päälle-asentoon, jolloin ei ollut vaaraa, että mikään kone lähtisi pyörimään. Jännitteen kytkennän jälkeen mitattiin järjestelmää syöttävän ryhmä johdon (syöttökaapelin) ylivirtasuojan oikosulkuvirta ja silmukkaimpedanssi. Saatua mittaustulosta verrattiin kyseisen ylivirtasuojan taulukoituhiin minimiarvoihin. /32, s. 34-37./

Jokaiselle suojalaitetyypille ja koolle on annettu minimiarvot oikosulkuvirralla sekä laskennallisesti saaduille arvoille että mittaamalla saaduille arvoille /32, s. 37/. Kaikki merkinnät keskuksissa, kaapeleissa ja komponenteissa tarkistettiin ja tarvittaessa täydennettiin. Käyttöönototarkastuksesta laadittiin käyttöönototarkastuspöytäkirja, josta käy ilmi tehdyt tarkastukset ja mittaukset (liite 7).

12.4.2 Säätokeksen konfigurointi

Järjestelmän konfigurointi eli tarvittavien parametrien sekä ohje- ja raja-arvojen määrittäminen säätokeeseen tehtiin etukäteen tietokoneella ennen käyttöönottoa. Kon-

figuroidin pystyy tekemään myös EH-105 säätökeskuksen käyttöpaneelilla, mutta se on kohtalaisen hidas tapa tehdä isomman järjestelmän käyttöönotto. Oppilaat joutuivat kuitenkin tekemään pienimuotoisia asetusten ja säätöjen muutoksia myös säätökeskuksen käyttöpaneelin kautta.

Konfiguroinin työkaluna käytettiin OUMAN EH-105 Konfigurator PC-ohjelmaa, joka on ilmaiseksi ladattavissa OUMAN kotisivuilta. Tietokoneella voidaan sarjaportin kautta liittyä säätökeskuksen väyläliitäntään. Ohjelmalla voidaan tehdä yhteysasetukset tietokoneen liittämisestä EH-105 säätökeskukseen, järjestelmän konfigurointi, aikaohjelmat ja asetusarvojen määrittäminen. Ohjelmalla saadaan kaikki tarvittavat määrittelyt tehtyä joustavasti ja järjestelmällisesti, koska samaan aikaan näytöllä on useita muokattavia asetuksia. Tietokoneelle voidaan tallentaa jokaisen kohteen konfigurointi omalla nimellään, jolloin ne ovat paitsi varmuuskopiona tallessa, mutta myös huoltoasentajan tai suunnittelijan käytettävissä muutoksien ja lisäysten tekoa varten (liite 6).

Yhteysasetuksissa valitaan ensin tietokoneelta yhteyteen käytettävän sarjaportin numero. Ohjelma pystyy tunnistamaan käytettävän säätökeskuksen tyypin ja mallin. Jos säätökeskuksella on muistissa olemassa oleva konfigurointi valmiina, se voidaan ladata tietokoneelle tarkastelua ja muokkausta varten. Säätökeskuksen konfiguroinnissa voidaan määrittää käytössä olevan järjestelmän toimintatapa, IV-tehon ohjaus, toimilaittevalinnat, digitaalitulojen, analogiatulojen ja 24 VAC lähtöjen valinnat (liite 6).

Aikaohjelmalla pystytään luomaan järjestelmän toimintaa ohjaavia aikaohjelmia, esim. ilmastoinnin tai ilmanvaihdon tehon ohjaus täydelle päiväsaikaan ja puolelle teholla yöaika. Asetusarvoissa suoritetaan IV-asetukset, käyttäjätason asetusarvot, huoltotilan asetusarvot sekä puhelinyhteysmäärittelyt. Lisäksi siellä määritetään toiminta-, ohjaus- ja säätötavat sekä asetukset peltiportaalle, jäähdytysportaalle, LTO-portaalle, lämmitysportaalle, lähetinmittauksille, väylämittauksille ja hälytyksille (liite 6).

Perus konfigurointi ladattiin jännitteiden kytkennän jälkeen OUMAN EH-105-säätökeskukseen, jota ennen oli puhaltimien ja jälkilämmitysvastuksen ylivirtasuojat lukittu auki asentoon. Samalla irrotettiin peltimoottorit akseleiltaan pois. Tällä varmistettiin, etteivät kyseiset laitteet ohjautu vahingossa päälle ohjelman latauksen jälkeen. Jos järjestelmä jostain syystä saisi käynnistyskäskyn, mikään toimilaite ei ohjautuisi

päälle, eikä näin ollen pääsisi syntymään tilannetta, joka vaarantaisi käyttäjien turvallisuutta.

Konfigurointiohjelman latauksen jälkeen pystytettiin tarkastelemaan kentältä tulevia mittaus- ja ohjaustietoja ja varmistamaan niiden oikeellisuus, eli tehtiin järjestelmälle ns. I/O- testi. Lämpötila-antureiden antamia lämpötilalukemia OUMANin näytöllä verrattiin lämpömittareilla saatuihin oloarvoihin, sekä paine-erolähettimien (PEL-1000N) näyttöjen lukemia verrattiin vastaaviin arvoihin OUMANin näytöllä. Näillä tarkistuksilla varmistettiin oikeiden mittausarvojen saaminen säätökeskukselle, jolloin haluttua säätötasoa oli helpompi lähteä tavoittelemaan.

Tämä on normaali käytäntö automaatioasennuksissa, jolla pyritään varmistamaan kaikkien säätökeskuksen tulojen ja lähtöjen toiminta. Samalla varmistettiin ohjausten ja säätöjen toiminta moottorikeskuksella sekä turvapiirien (häätä-seis, huoltokytin ja ylikuumenemissuoja) toiminta. Peltimoottorien toiminta testattiin irrallaan ja samalla varmistuttiin siitä, että niiden liikerata oli sulkupeltien kääntämiseen riittävä ja jousipalautus sähköjen katkeamisen yhteydessä toimii. Nämä toimenpiteet kuuluvat käyttöönottotarkastuksen toiminnallisiin testauksiin. /32, s. 39-40./

12.4.3 Toimintakoe

I/O- testin jälkeen laitteisto tehtiin jännitteettömäksi ja kiinnitettiin peltimoottorit paikalleen sekä laitettiin puhaltimien ja jälkilämmitysvastuksen johdonsuojakatkaisijat päälle. Järjestelmän toimintaa testattiin kokonaisuutena ja pyrittiin selvittämään, miten puhaltimet, jälkilämmitysvastus ja peltimoottorit noudattavat aseteltuja ohjearvoja ja ohjauksia. Laitteiston säätö ilmanvaihdon osalta tehtiin yhdessä LVI- kouluttajan kanssa, jonka tietämystä käytettiin hyväksi haluttujen ohjearvojen lopullisessa asettelussa.

Turvalaitteiden, eli häätä-seis piirin, luukkurajan (huoltokytin) ja jälkilämmityspatterin ylikuumenemissuojan toiminta testattiin ja varmistettiin järjestelmän turvallinen alasajo kyseisissä hälytystilanteissa. Paine-erolähettimille luotiin vikatilanteita tukkimalla lähettimien ilmanmittausletkuja, jolla varmistettiin asetettujen hälytysrajojen toiminta ja puhaltimien pysähtyminen vikatilanteessa. Lämpötila-antureiden toimintaa

testattiin vertaamalla niiden mittauskohteesta infrapunalämpömittarilla saatuja arvoja säätökeskukselle tuleviin arvoihin.

13 KIINTEISTÖAUTOMAATION KOULUTUKSEN TOTEUTTAMINEN

Kiinteistöautomaation koulutus koostuu aihetta pohjustavasta teoriaopetuksesta, joka pidetään joko lähi- tai etäopetuksena sekä koulutusympäristössä tapahtuvista käytännön harjoituksista. Lähiopetus tapahtuu luokassa aiheeseen liittyvinä luentoina, joista yritetään tehdä mahdollisimman käytännönläheisiä. Teoriaopetuksessa läpi käytyjä asioita pyritään mahdollisuuksien mukaan toteuttamaan koulutusympäristössä suoritettavilla käytännön harjoituksilla.

13.1 Lähiopetus

Kiinteistöautomaation koulutuksen pohjana on Talotekniikan automaatio-kirja (Harju 2004). Kirjassa käydään läpi LVI- säätö- ja ohjaustekniikkaan liittyvät olennaiset asiat. Kirja on sisällöltään niin laaja ja monipuolinen, että se voisi toimia lähdeoteoksena myös alan yrityksille. Koulutuksen aikana kirjasta käydään luentoina läpi säätöautomaatiikka, säätöautomaatiikan osat, säätö, IV-säätöjä sekä talotekniikan automaatioverkot.

Oppikirjan mukana tulevat osa-alueisiin jaetut valmiit kysymyslomakkeet, joihin on opettajan versiossa annettu valmiit vastaukset. Näitä kysymyslomakkeita käytetään tehtävinä jokaisen luennon osa-alueen päätteeksi. Näin pystytään teorialuennot ja niihin liittyvät tehtävät rytmittämään sopiviksi kokonaisuuksiksi. Ensin käydään yhdessä läpi osa-alueen teoriaosuus ja sitten oppilaat etsivät osa-alueen kysymyksiin oikeat vastaukset jaetuista luentomateriaaleista. Tehtävien kysymykset keskittyvät osa-alueiden keskeisimpiin sisältöihin.

13.2 Verkko-opetus

Toukokuussa 2010 otettiin kokeilukäyttöön Jyväskylän aikuisopiston tekniikan ja liikenteen alan sähköosastolla verkkoluennot. Työkaluna verkkoluennoissa käytetään Adobe Acrobat Connect Pro 6-verkkokokousjärjestelmää, joka mahdollistaa äänen ja

kuvan siirron Internetissä /33/. Luentoja varten voidaan laatia Microsoft Office PowerPoint esityksiä, PDF-esityksiä tai aihealueesta laadittuja Microsoft Office Word-dokumentteja, joita voidaan näyttää luentoihin osallistuville oppilaille. Oppilaat voivat osallistua opetukseen kotoaan käsin omilla tietokoneillaan tai vaihtoehtoisesti toisen oppilaitoksen ATK-luokassa, jos koulutus pidetään jollain toisella paikkakunnalla sijaitsevalle opetusryhmälle.

Oppilaille lähetetään ennakoon sähköpostilla Internet-osoite, jossa luento pidetään ja lisäksi kirjautumisohjeet Connect Pro-järjestelmään. Oppilaiden tarvitsee asentaa ai-noastaan Adoben Flash-sovellus omille koneilleen. Verkko-opetukseen liittyvä luen-tomateriaali laitetaan jakoon joko Jyväskylän koulutuskuntayhtymän Optima-oppimisympäristöön tai lähetetään oppilaille sähköpostilla. Sovittuna päivänä ja kel-lonaikana oppilaat kirjautuvat nimellään Connect Pro-järjestelmään, jolloin opettaja näkee sisään kirjautuneet oppilaat omalla koneellaan. /33./

Opettaja pitää aiheesta luennon, jonka aikana oppilailla on mahdollisuus kysyä tai kommentoida joko kirjoittamalla Chat-ikkunaan tai käyttämällä tietokoneessaan ole-vaa mikrofonia /33/. Tällainen verkkoluento voi toimia aihealueeseen liittyvänä joh-dantona, ennen varsinaista luokassa tapahtuvaa luentoa. Verkkoluentoa voidaan myös hyödyntää jonkin pienemmän asiakokonaisuuden opettamiseen, aiheen, joka voidaan helposti ja ymmärrettävästi käydä läpi verkko-opetuksena.

Oppilailta saadun palautteen perusteella suurimmat ongelmat verkko-opetuksessa liit-tyvät visuaalisuuden puuttumiseen. Luentoina pidetyt verkko-opetukset koettiin myös liian yksitoikkoisina ja puuduttavina. Riittävä rytmitys luentojaksojen ja taukojen vä-lillä auttoi korjaamaan tilannetta. Luentojaksojen sopivaksi pituudeksi havaittiin 20 – 30 min. Lisäksi luentoaiheeseen liittyvien työsuoritusten videopätkät voisivat tuoda mielekkyyttä aiheen käsittelyyn.

14 POHDINTA

Työ kokonaisuutena onnistui hyvin, koska tavoite, eli kiinteistöautomaation oppi-misympäristön rakentaminen, saavutettiin. Tämän kaltaisen projektin läpi vieminen oli haasteellinen, mutta samalla hyvin opettava kokemus. Asennustyön suorittamisen ja

varsinkin käyttöönoton yhteydessä tuli esille suunnitelmissa olleita virheitä ja puutteita. Asennustyön suorittivat kaksi oppilasryhmää, joista ensimmäinen ryhmä teki koko työn keskuksien rakentamisesta ja kaapeloinneista käyttöönottoon asti ja toinen ryhmä tuli valmiille alustalle harjoittelemaan pelkkää käyttöönottoa. Asennustyön tehneiden oppilaiden osaamisen ja innostuneen asenteen ansiosta saatiin havaitut virheet ja puutteet korjattua sekä tehtyä muutamia parannuksia ja muutoksia järjestelmän toimintaan.

Työssä pystyttiin käymään läpi olennaiset osat ilmanvaihtoautomaatiikan toiminnasta sekä kiinteistöautomaation liittämistä ilmanvaihdon ohjaukseen. Projektin aikana oppilaille pyrittiin selventämään sähköasentajan roolia kiinteistöautomaatiojärjestelmiin liittyvissä sähköasennuksissa. Samalla käytiin läpi kiinteistöautomaatioon liittyvien nimikkeiden, komponenttien, kaapeleiden ja sähkökuvien sekä säätölaitekaavioiden tunnistamista ja tulkintaa. Kaiken aikaa yritettiin myös tähdentää sähköturvallisuuden ja sähkötyöturvallisuuden merkitystä koko työn ajan.

Järjestelmästä ei saatu täysin toimivaa johtuen asennustilan rajoitteista. Asennuskopit, joihin ilmanvaihdon putkitukset asennettiin, eivät olleet umpinaisia eivätkä normaalkorkuisia huoneita. Näin ollen ei ilmanvaihtoa saatu ilmanvaihdon kannalta halutulla tavalla toimivaksi. Paras hyöty järjestelmän säädön harjoittelusta saataisiin normaalia omakotitaloa vastaavassa ympäristössä, jossa huonetilavuudet olisivat realistiset. Tarkoituksena olikin rakentaa koulutusympäristö, jossa päästäisiin harjoittelemaan ilmastointiin ja ilmanvaihtoon liittyviä yleisimpiä sähkö- ja automaatioasennuksia. Lisäksi päästiin harjoittelemaan säätökeskuksen konfigurointia, opittiin erilaisten kenttälaitteiden tekniikkaa, toimintaa ja ilmastoinnin sekä ilmanvaihtokoneen toimintaa yleensä.

Tulevaisuudessa oppimisympäristöä käytetään koulutukseen soveltuvien osien sijaan, että seuraaville oppilasryhmille tehtäväksi jää ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan opettelu ja käyttöönotto. Käyttöönottoon tulee kuulumaan kenttälaitteiden tunnistus ja paikantaminen, merkinnät, säätökeskuksen konfigurointi ja säädön toimivuuden testaaminen erilaisilla ohjaustavoilla. Oppilasryhmän koko voi tästä projektista saatujen kokemusten perusteella olla maksimissaan kolme henkilöä johtuen työtilan pienestä koosta. Tosin silloin voi vaarana olla, että työt eivät jakaudu tasapuolisesti kaikille, vaan ahkerimmat ja innokkaimmat tekevät suurimman osan töistä.

Parhaan hyödyn työstä kuitenkin saisi kahden hengen oppilasryhmässä, jolloin molemmat pääsisivät tekemään tasapuolisesti harjoitukseen liittyviä toimenpiteitä. Työryhmän koon vaatimukset määräytyvät kuitenkin viime kädessä kurssin opiskelijamäärästä ja käytettävissä olevasta ajasta. Tämän kaltaisten oppimisympäristöjen kehittäminen muillekin sähkö- ja automaatioasentajan perustutkinnon näyttöjen osille saattaisi olla kokeilemisen arvoinen asia. Esim. rikosilmoitin-, paloilmoitin-, taloautomaatio- ja valaistuksenohjausjärjestelmistä voitaisiin rakentaa siirrettäville asennusseinille vastaavanlaiset koulutusympäristöt, tosin pienemmässä mittakaavassa.

Oppimisympäristöjen tulisi olla sellaisia, että oppilaat pääsisivät harjoittelemaan kunkin järjestelmän rakentamista ja varsinkin käyttöä mahdollisimman laajasti. Oppimisympäristöistä voitaisiin laatia tämän työn kaltaisia, suppeampia kuvauksia kunkin järjestelmän ja niiden komponenttien toiminnasta. Kyseisiä kuvauksia pystyttäisiin käyttämään koulutuksen tukena teorialuentojen aikana ja oppaana varsinaisen asennus- tai käyttöönottoharjoituksen yhteydessä. Aikaa tällaisten työkuvausten tekoon saattaa kulua useita päiviä, mutta toisaalta niitä pystyttäisiin käyttämään pitemmällä aikavälillä monen koulutusryhmän koulutukseen. Lisäksi erilaisten talotekniikan automaatiojärjestelmien koulutusta voisi edellä mainittujen koulutusympäristöjen avulla mahdollisesti markkinoida myös yksityiselle sektorille.

15 LÄHTEET

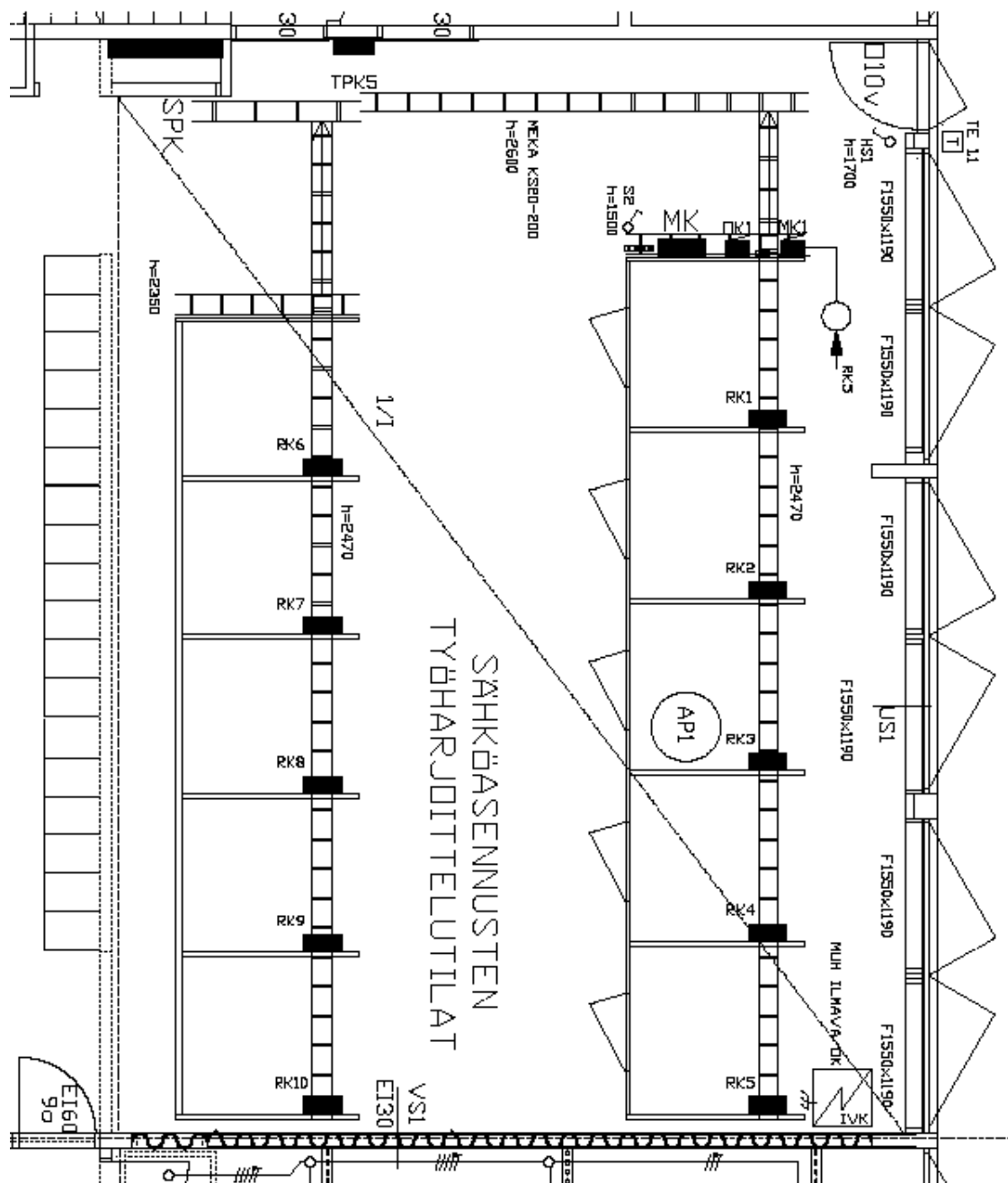
1. Opetushallitus 2009. Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto 2009. Vaasa: Oy Fram Ab.
2. Jyväskylän aikuisopisto 2010. Aikuisopistosta. WWW-dokumentti. <http://www.jao.fi/?Deptid=16340>. Ei päivitystietoa. Luettu 20.6.2010.
3. Jyväskylän aikuisopisto 2010. Tekniikka ja liikenne yksikkö. WWW-dokumentti. <http://www.jao.fi/?Deptid=16342>. Ei päivitystietoa. Luettu 20.6.2010.
4. Jyväskylän aikuisopisto 2010. Opiskeluvaihtoehdot. WWW-dokumentti. <http://www.jao.fi/?Deptid=16324>. Ei päivitystietoa. Luettu 20.6.2010.
5. Opetus- ja kulttuuriministeriö 2009. Suomen koulutusjärjestelmä. WWW-dokumentti. <http://www.minedu.fi/OPM/Koulutus/koulutusjaerjestelmae/?lang=fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 10.5.2010.

6. Ammatillinen koulutus. Kaksoistutkinto. WWW-dokumentti.
http://www.ammattillinenkoulutus.com/main.php?sivu_id=173. Ei päivitystietoa. Luettu 27.5.2010.
7. Ammatillinen koulutus. Opiskelu. WWW-dokumentti.
http://www.ammattillinenkoulutus.com/main.php?sivu_id=3. Ei päivitystietoa. Luettu 12.5.2010.
8. Laki ammatillisesta aikuiskoulutuksesta 631/1998. WWW-dokumentti.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980631>. Ei päivitystietoa. Luettu 27.5.2010.
9. Näyttötutkinnot. Käsitteistö. WWW-dokumentti.
<http://www.nayttotutkinnot.fi/kasitteisto.htm>. Ei päivitystietoa. Luettu 2.6.2010.
10. Opetushallitus 2000. Näyttötutkintojärjestelmän kokonaisarvio. PDF-dokumentti.
http://www.oph.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/oph/embeds/49185_nayttotutkintojarjestelman_kokonaisarvio.pdf. Päivitetty 30.1.2002. Luettu 2.6.2010.
11. FINLEX 2010. WWW-dokumentti.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980631>. Ei päivitystietoa. Luettu 2.6.2010.
12. Ammatillinen opettajakorkeakoulu. WWW-dokumentti.
<http://openetti.aokk.fi/ntm2001/sopimus.htm>. Ei päivitystietoa. Luettu 2.6.2010.
13. Näyttötutkinnot. WWW-dokumentti.
<http://www.nayttotutkinnot.fi/kasitteisto.htm>. Ei päivitystietoa. Luettu 2.6.2010.
14. Opetushallitus. Tutkintotoimikunnat. WWW-dokumentti.
<http://www.oph.fi/tutkintotoimikunnat>. Ei päivitystietoa. Luettu 2.6.2010.
15. Oikeusministeriö 2010. Työ- ja elinkeinoministeriön asetus sähköalan töistä annetun kaupp- ja teollisuusministeriön päätöksen muuttamisesta 351/2010. WWW-dokumentti. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100351>. Ei päivitystietoa. Luettu 27.5.2010.
16. Jyväskylän aikuisopisto. Koulutushaku. WWW-dokumentti.
<http://www.jao.fi/?deptid=16322&course=402&showmodul=112>. Ei päivitystietoa. Luettu 6.6.2010.
17. Harju Pentti 2004. Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö. Hamina: Kotkaset Oy.
18. Vallox Oy 2003. MUH Ilmava 100 Käyttö- ja huolto-ohje. Mainos Tunttunen Oy.
19. Vallox Oy 2001. MUH ilmava 100 asennusohje. Naantali: Offset-House Oy.

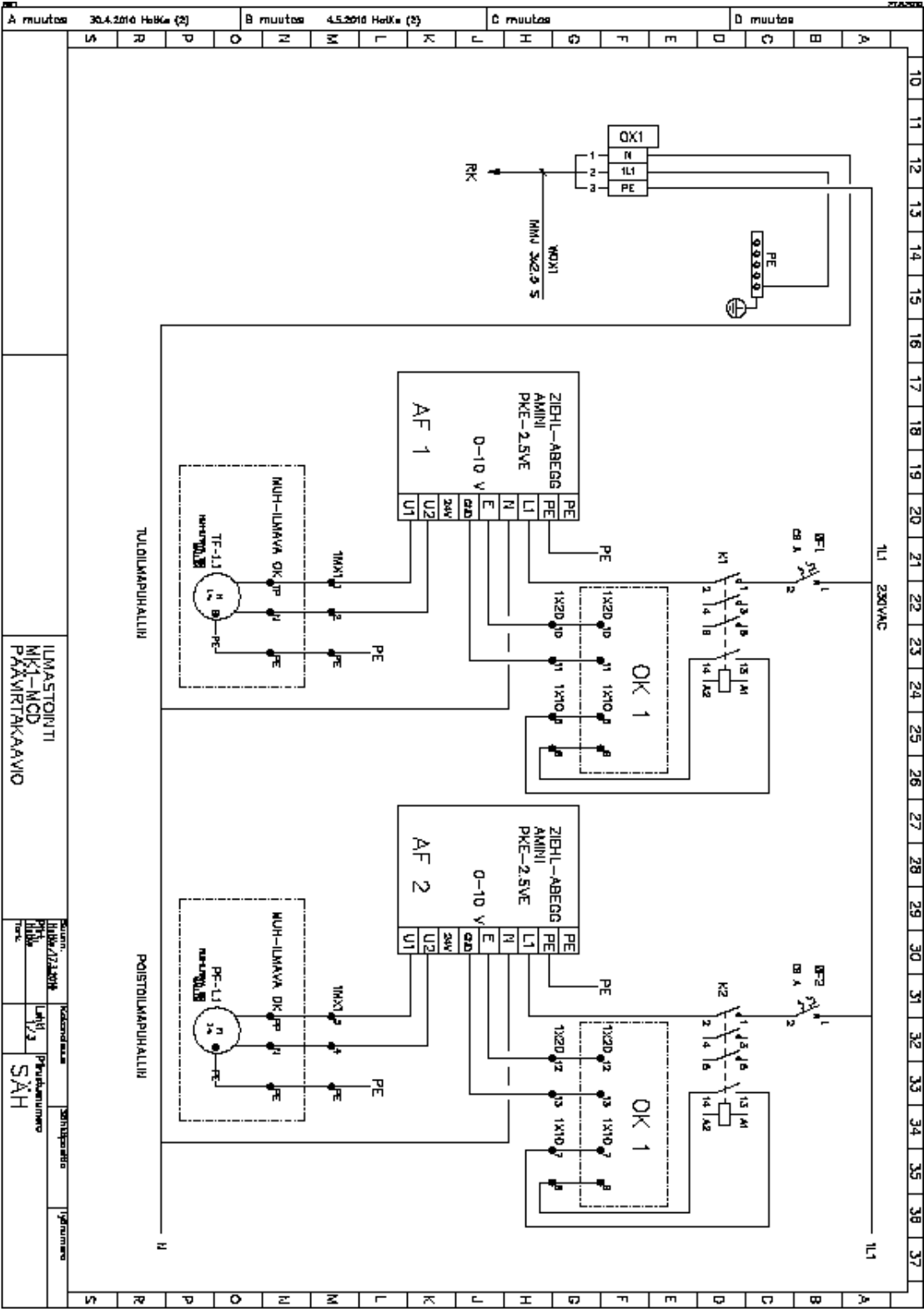
20. Ziehl-Abegg. Jännitteensäädin. PDF-dokumentti. <http://ziehl-abegg.com/pl/download-444.html>. Ei päivitystietoa. Luettu 22.3.2010.
21. Produal 2010. Sähkötehon ohjaus. WWW-dokumentti. http://www.produal.se/files/1811_STS1a.pdf. Luettu 26.3.2010. Päivitetty 25.1.2010. Luettu 22.3.2010.
22. CHINFA ELECTRONICS. Hakkuriteholähteet. WWW-dokumentti. <http://www.chinfa.com/04product/download/pdf/DINRAIL/dra18.pdf>. Ei päivitystietoa. Luettu 17.5.2010.
23. Ouman 2007. EH-105 Käsikirja.
24. Ouman. Ouman EH-105. Älykäs ilmastoinnin säädin. PDF-dokumentti. http://www.ouman.fi/Suomi/pdf/EH-105%20esite_net.pdf. Ei päivitystietoa. Luettu 13. 6 2010.
25. Produal 2006. Lämpötilan mittaus. WWW-dokumentti. http://www.produal.se/files/426_TEKNTC10a.pdf. Luettu 24.3.2010. Päivitetty 28.9.2006. Luettu 25.3.2010.
26. Ouman. Ulkoanturi. PDF-dokumentti. <http://www.ouman.fi/Suomi/pdf/TMO.pdf>. Ei päivitystietoa. Luettu 13.6.2010.
27. Produal 2010. Mittalähettimet. WWW-dokumentti. http://www.produal.se/files/1050_PEL1000a.pdf. Päivitetty 15.2.2010. Luettu 23.3.2010.
28. HK Instruments. Painetuotteet. WWW-dokumentti. http://www.hkinstruments.fi/upload/docs/products/tekkinen_esite_dpgps_kesakuu_2008.pdf. Ei päivitystietoa. Luettu 11.5.2010.
29. Belimo. Ilmatuotteet. TF24. WWW-dokumentti. <http://www.belimo.fi/products.php?model=TF24>. Ei päivitystietoa. Luettu 24.3.2010.
30. Belimo. Ilmatuotteet. LM24A-MF. WWW-dokumentti. <http://www.belimo.fi/products.php?model=LM24A-MF>. Ei päivitystietoa. Luettu 13.6.2010.
31. Suomen standardisoimisliitto SFS 2009. SFS-EN 60204-1. Koneturvallisuus, koneiden sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset vaatimukset.
32. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2007. Kiinteistöjen sähköasennusten käyttöönottotarkastukset. Tampere: Tammer-Paino Oy.
33. Helsingin yliopisto. Adobe Connect-Tukisivusto. WWW-dokumentti. <http://blogs.helsinki.fi/connectpro/tietoja/>. Ei päivitystietoa. Luettu 31.7.2010.
34. Virtuaali ammattikorkeakoulu. Sähkölaitteiston tarkastukset, suojajohtimen jatkuvuus. WWW-dokumentti.

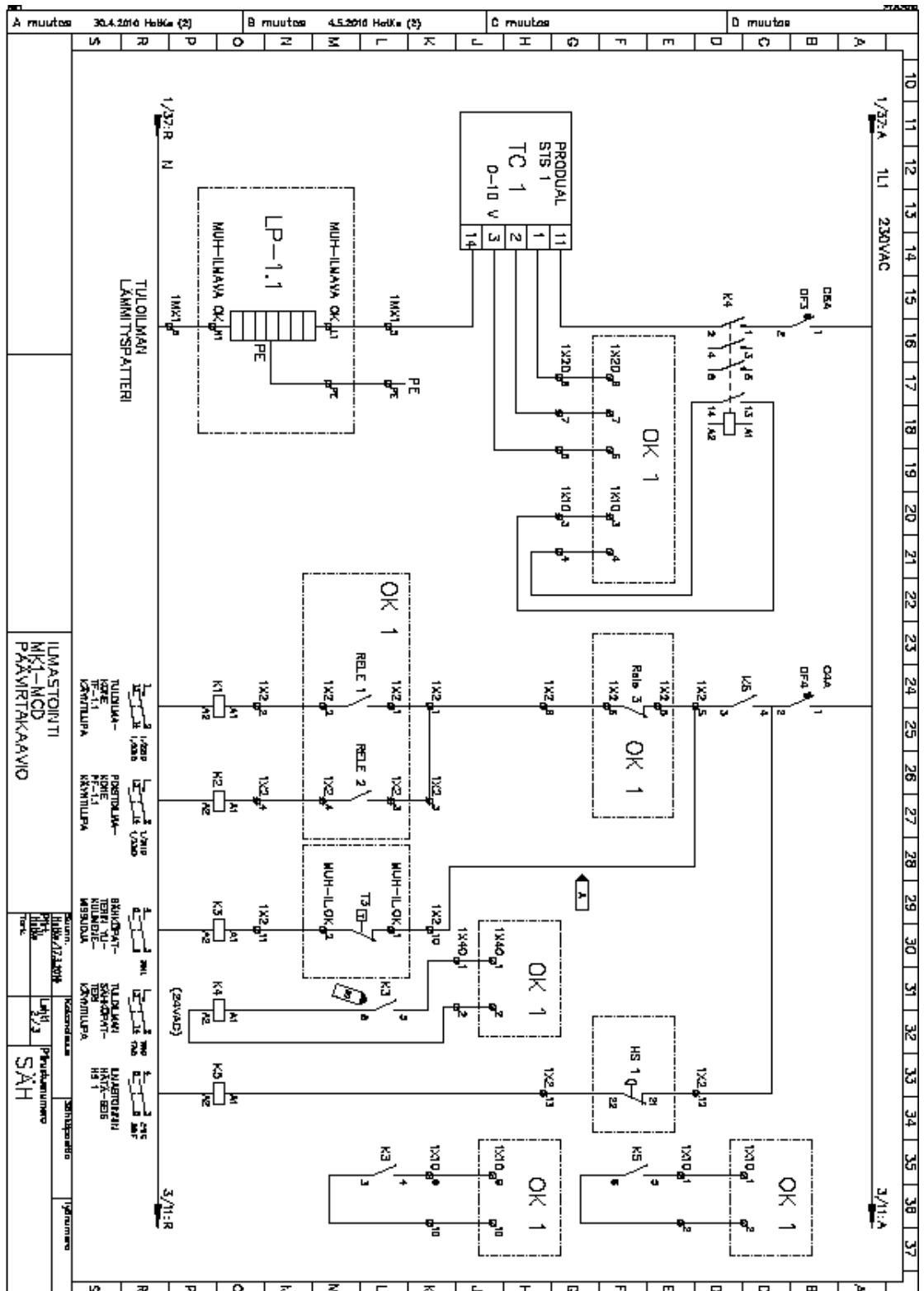
<http://www.amk.fi/opintojaksot/030503/1134129294081/1134132211537/1134133714588/1134134045570.html>. Ei päivitystietoa. Luettu 20.9.2010.

35. Virtuaali ammattikorkeakoulu. Sähkölaitteiston tarkastukset, eristysresistanssimittaus. WWW-dokumentti.
<http://www.amk.fi/opintojaksot/030503/1134129294081/1134132211537/1134133739307/1134133840901.html>. Ei päivitystietoa. Luettu 20.09.2010.
36. Opetushallitus. Koulutus ja tutkinnot. WWW-dokumentti.
http://www.oph.fi/koulutus_ja_tutkinnot. Ei päivitystietoa. Luettu 25.8 .2010

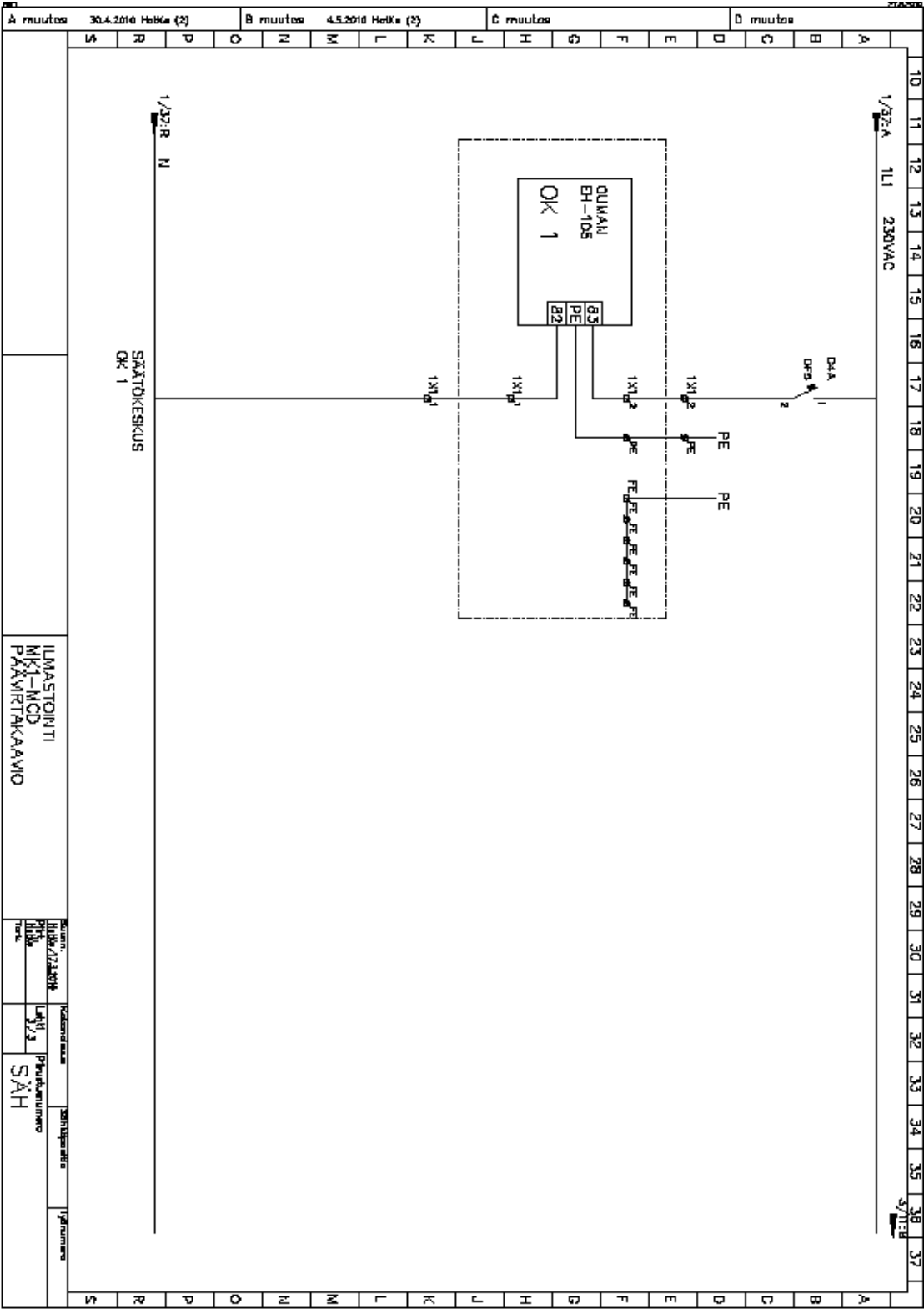


Moottorikeskuksen sähkökuvat
Päävirta- ja ohjausvirtakaaviot

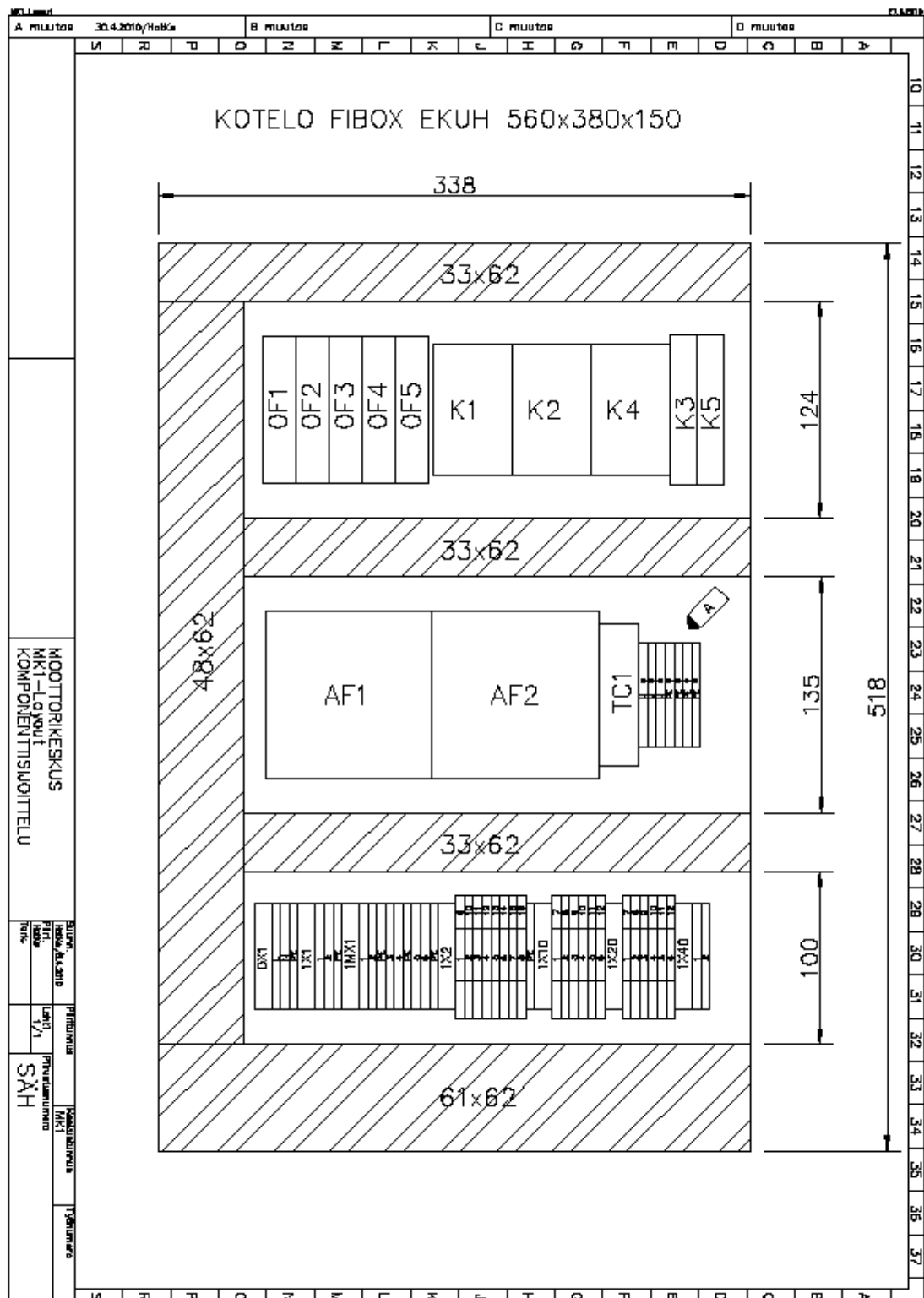




Moottorikeskuksen sähkökuvat
Päävirta- ja ohjausvirtakaaviot

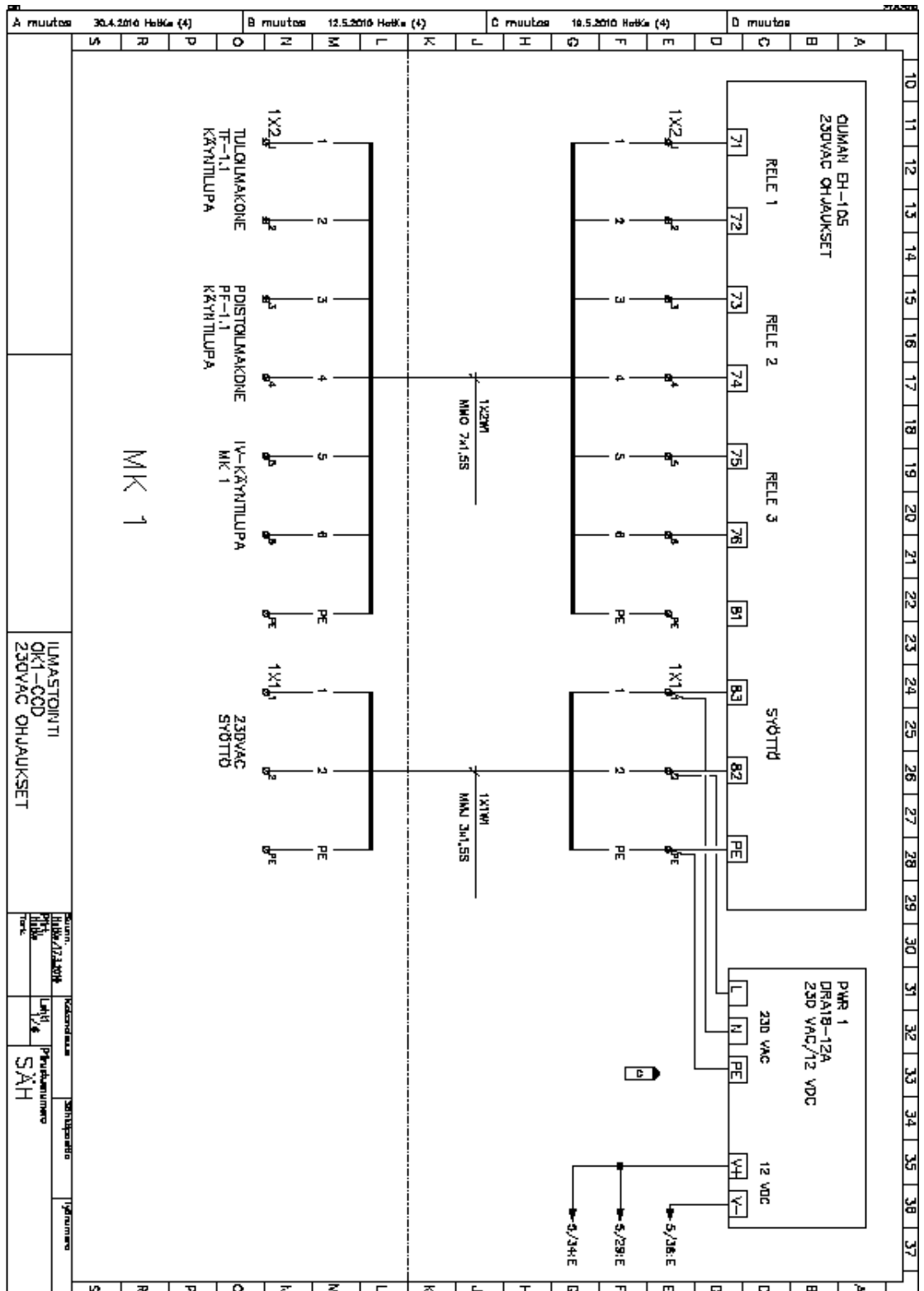


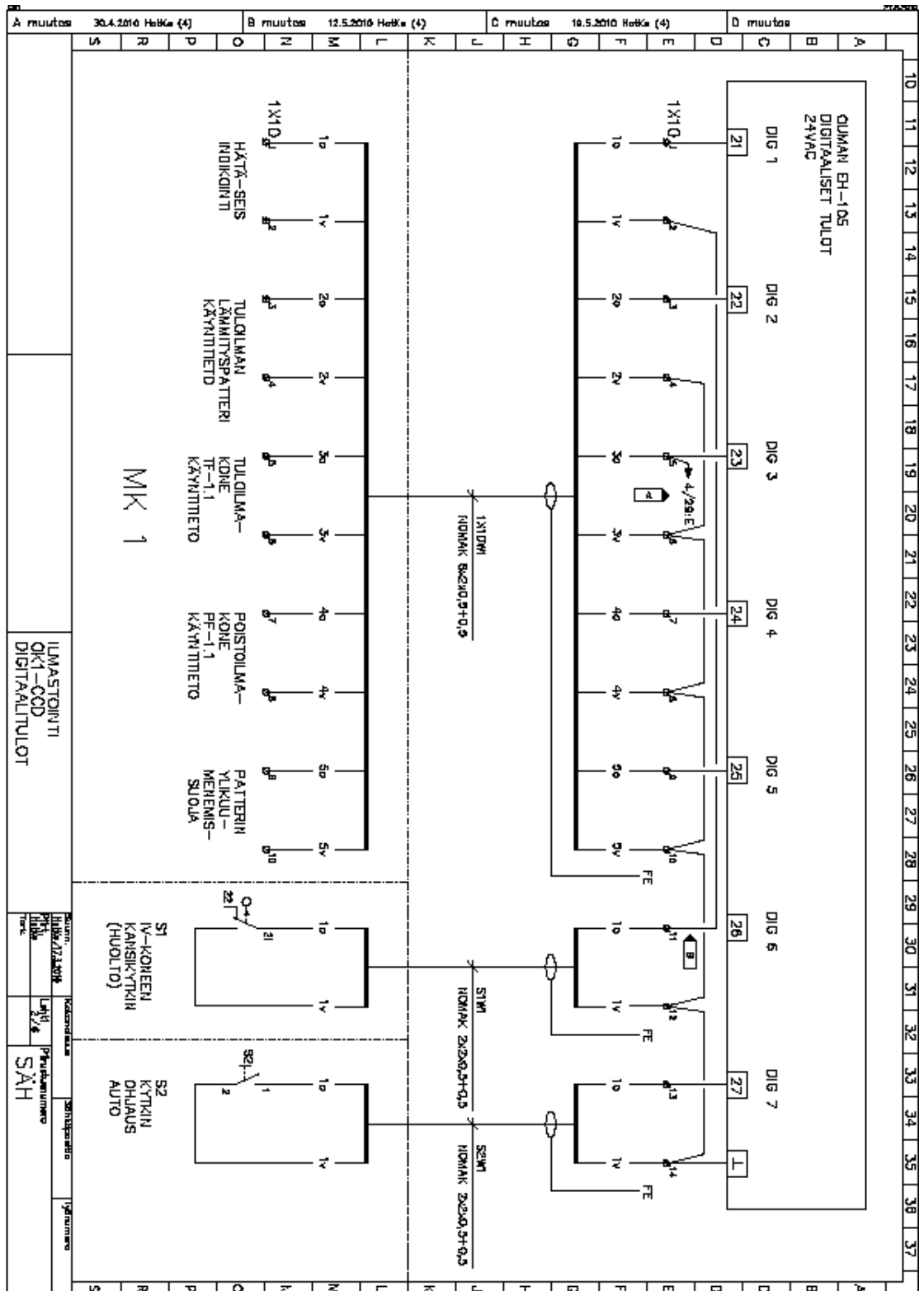
Komponenttisijoittelut



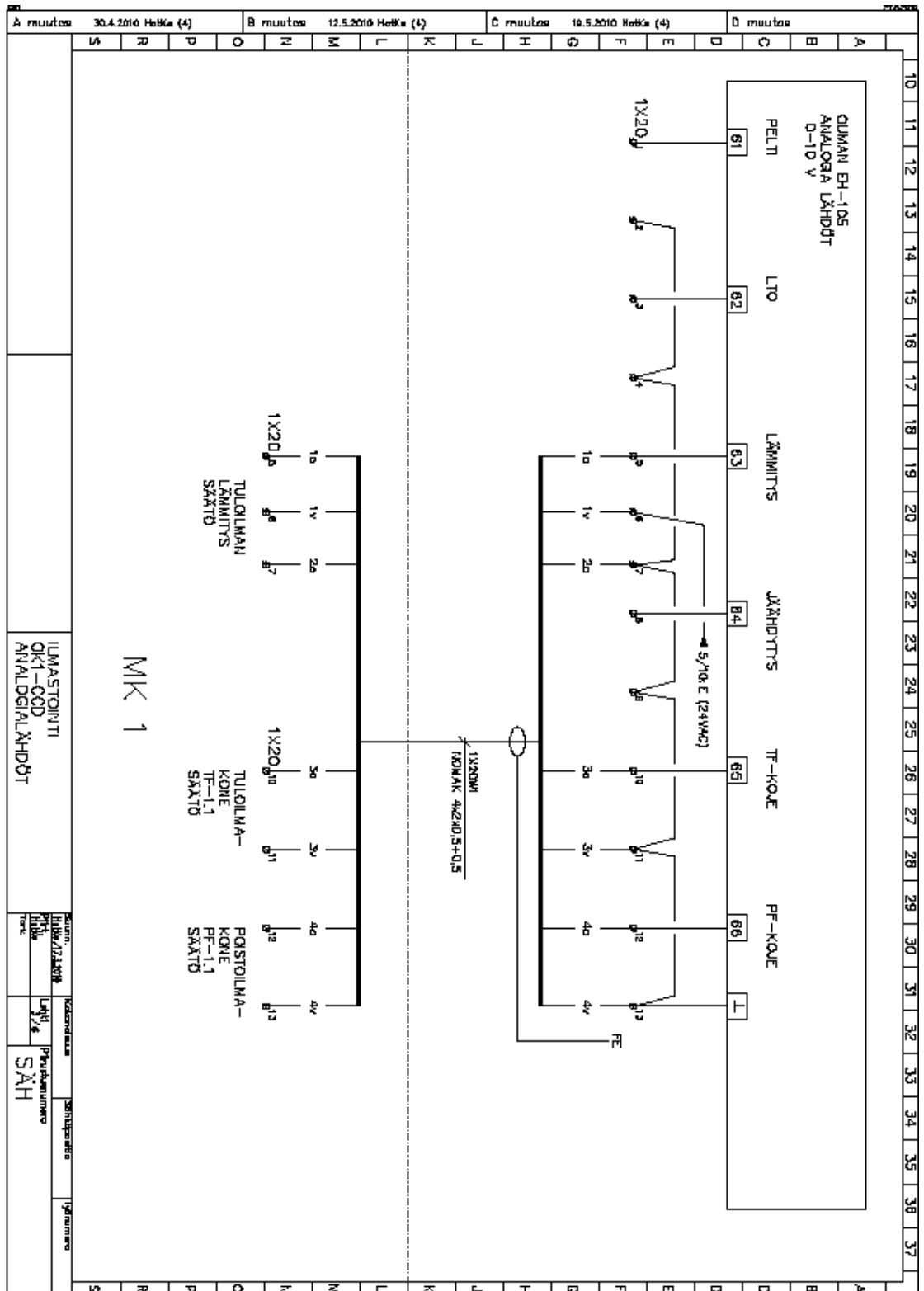
[illegible]

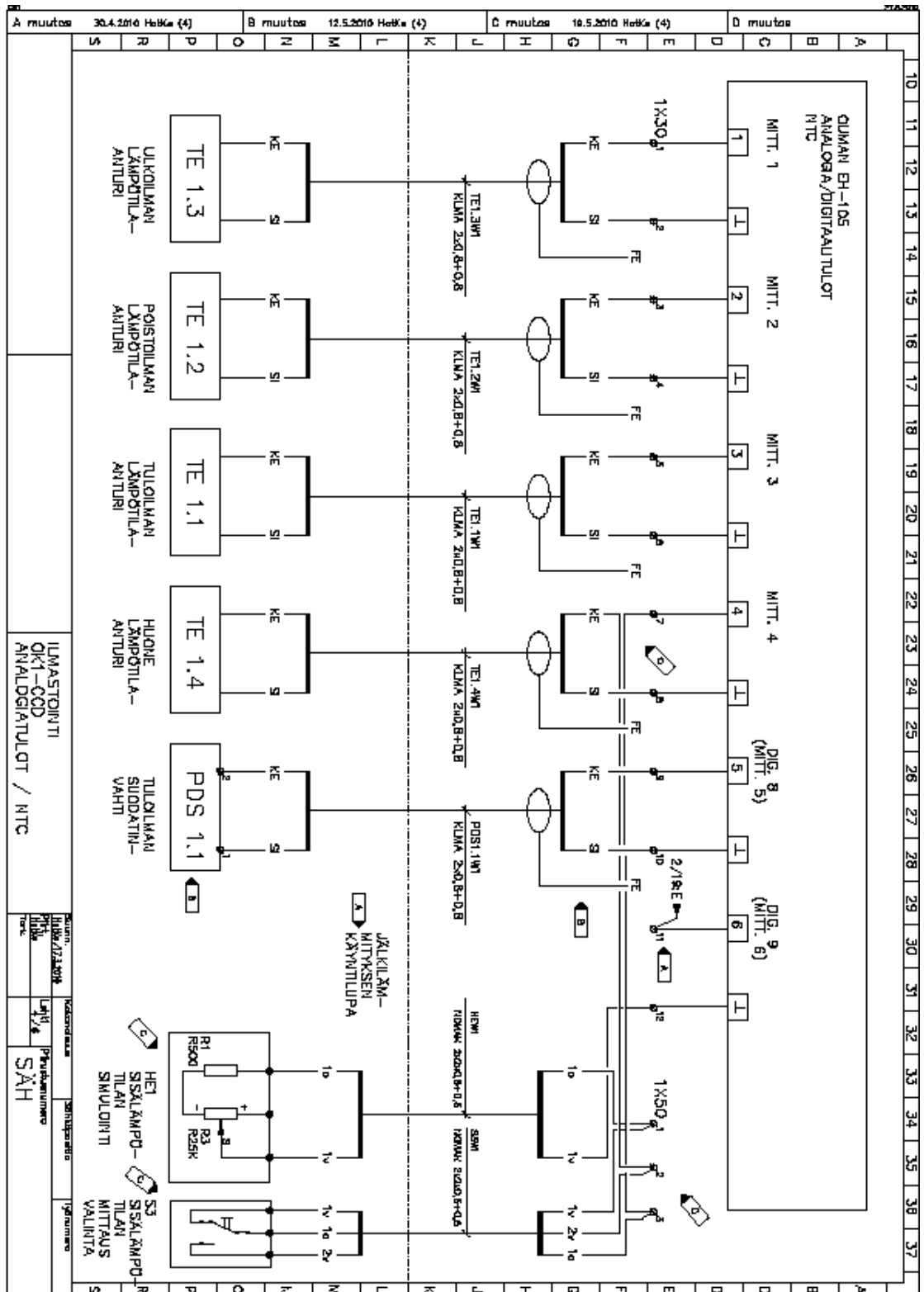
230 VAC ohjaukset



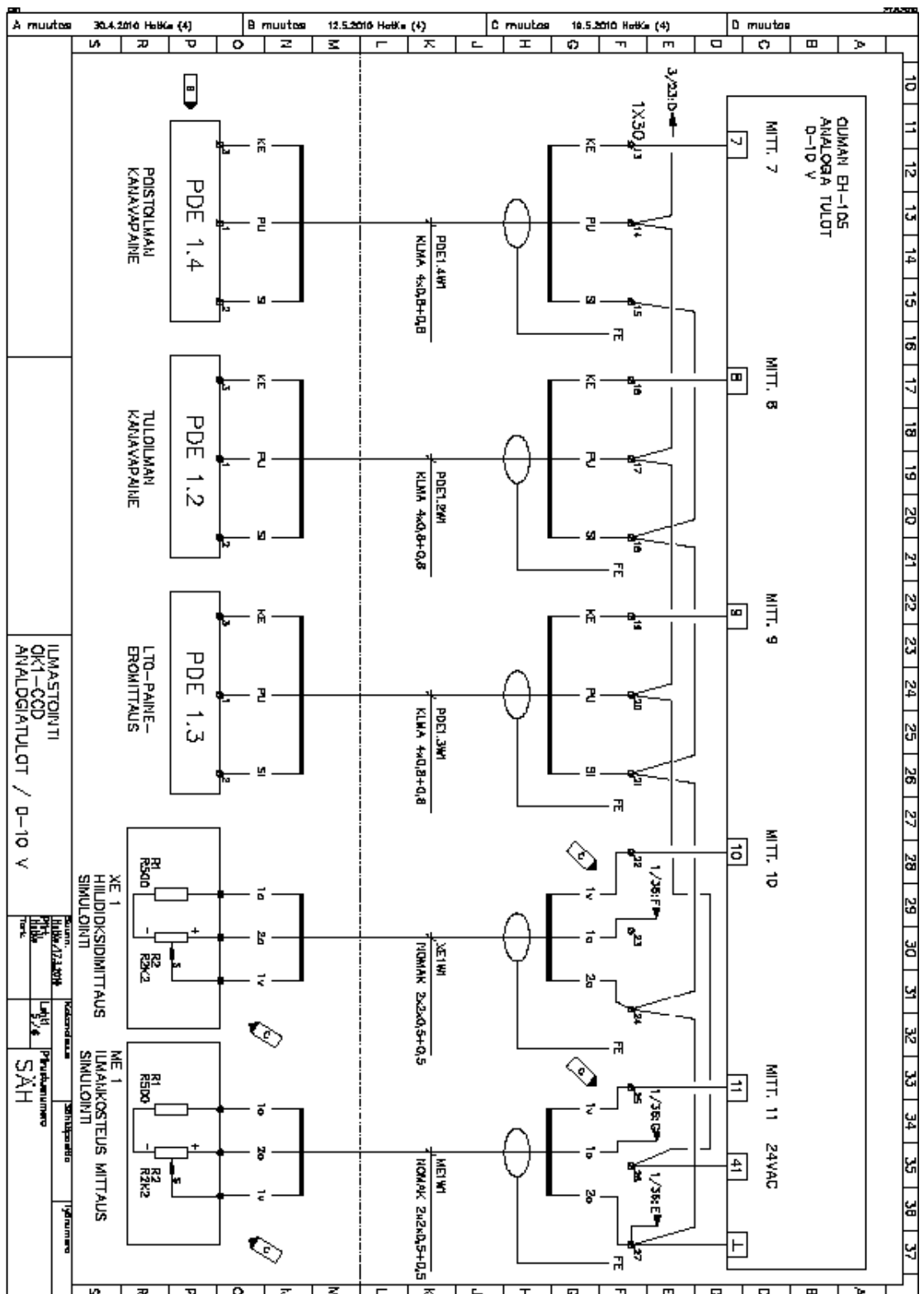


Analogia lähdöt

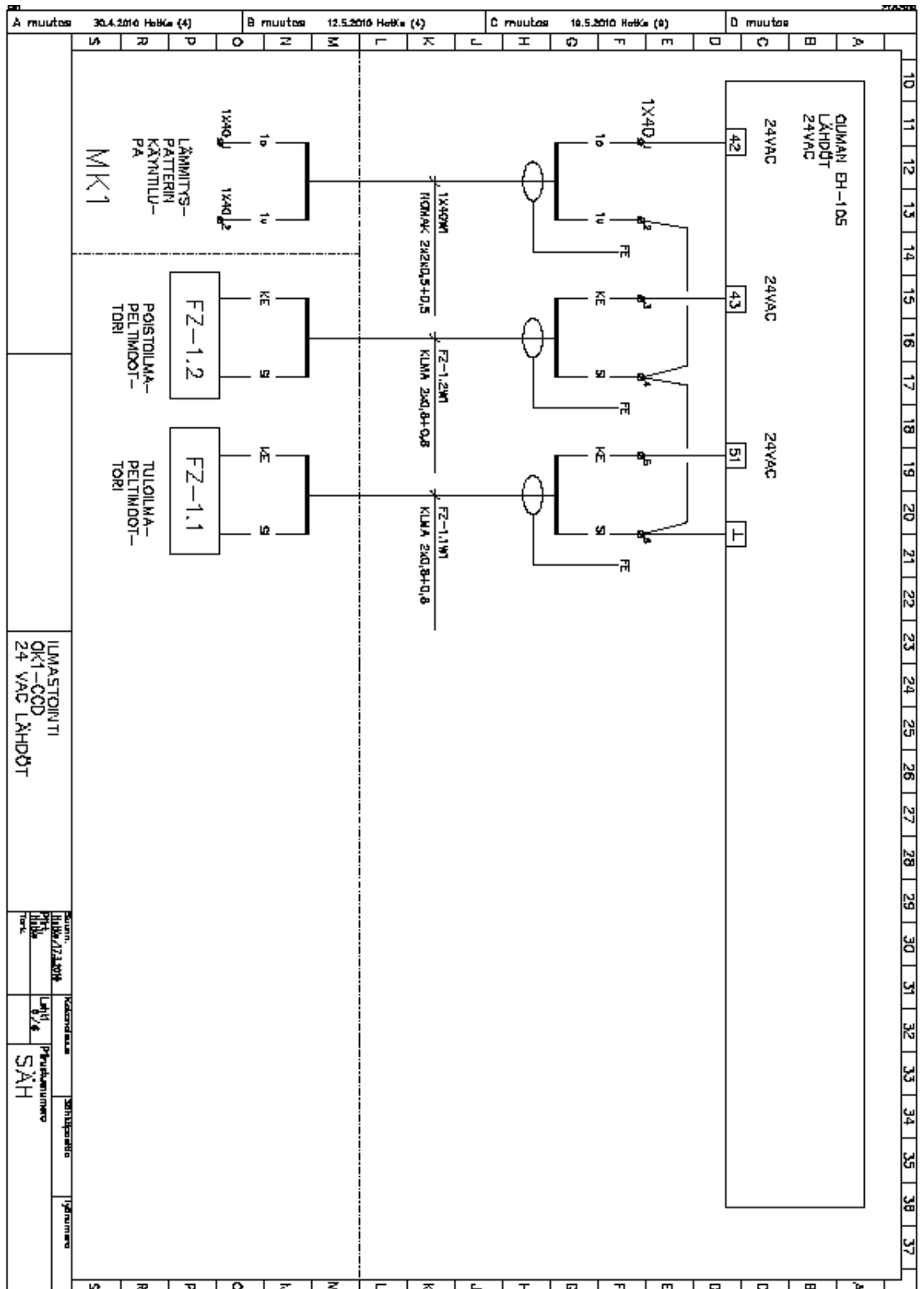




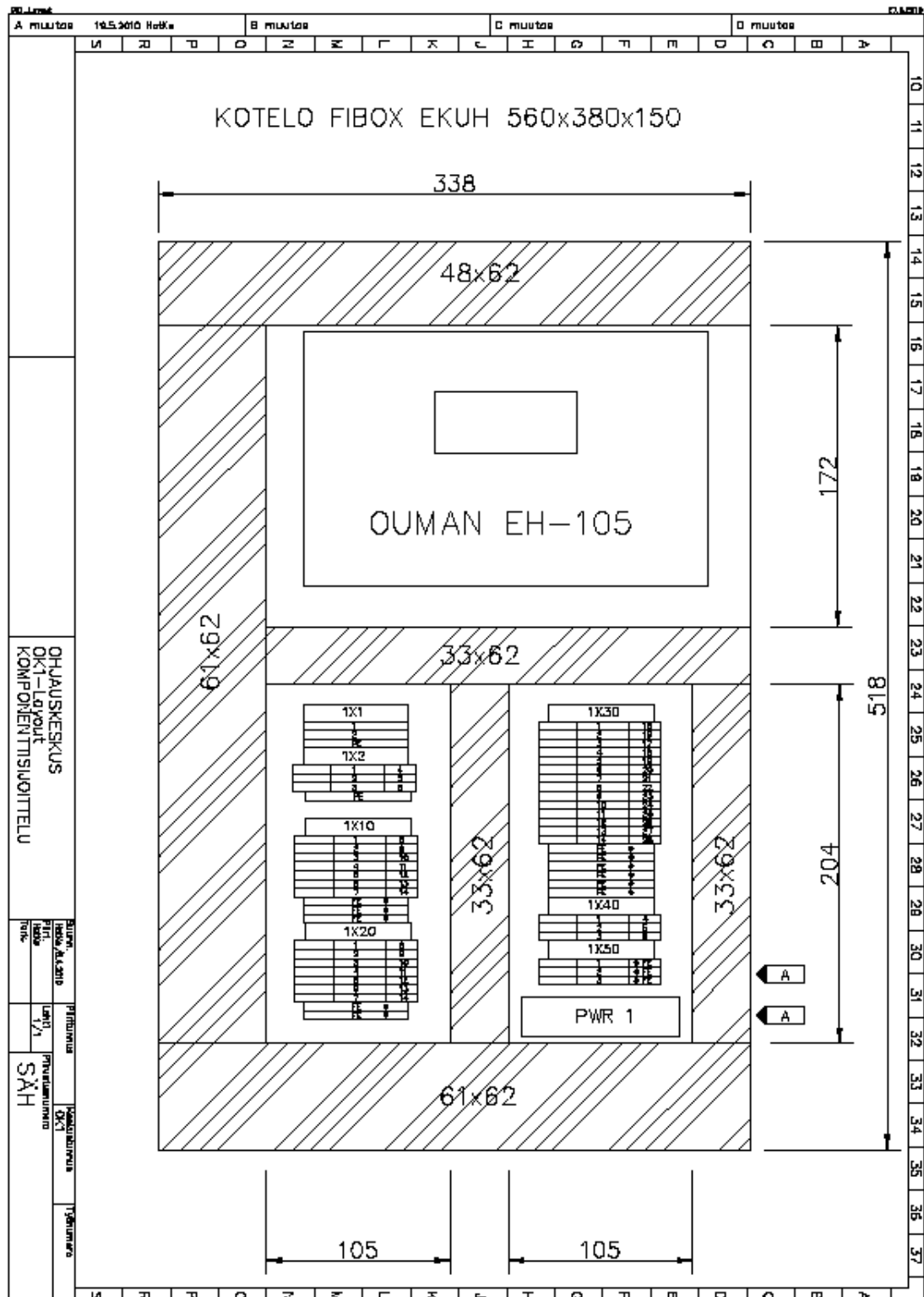
Analogia tulot



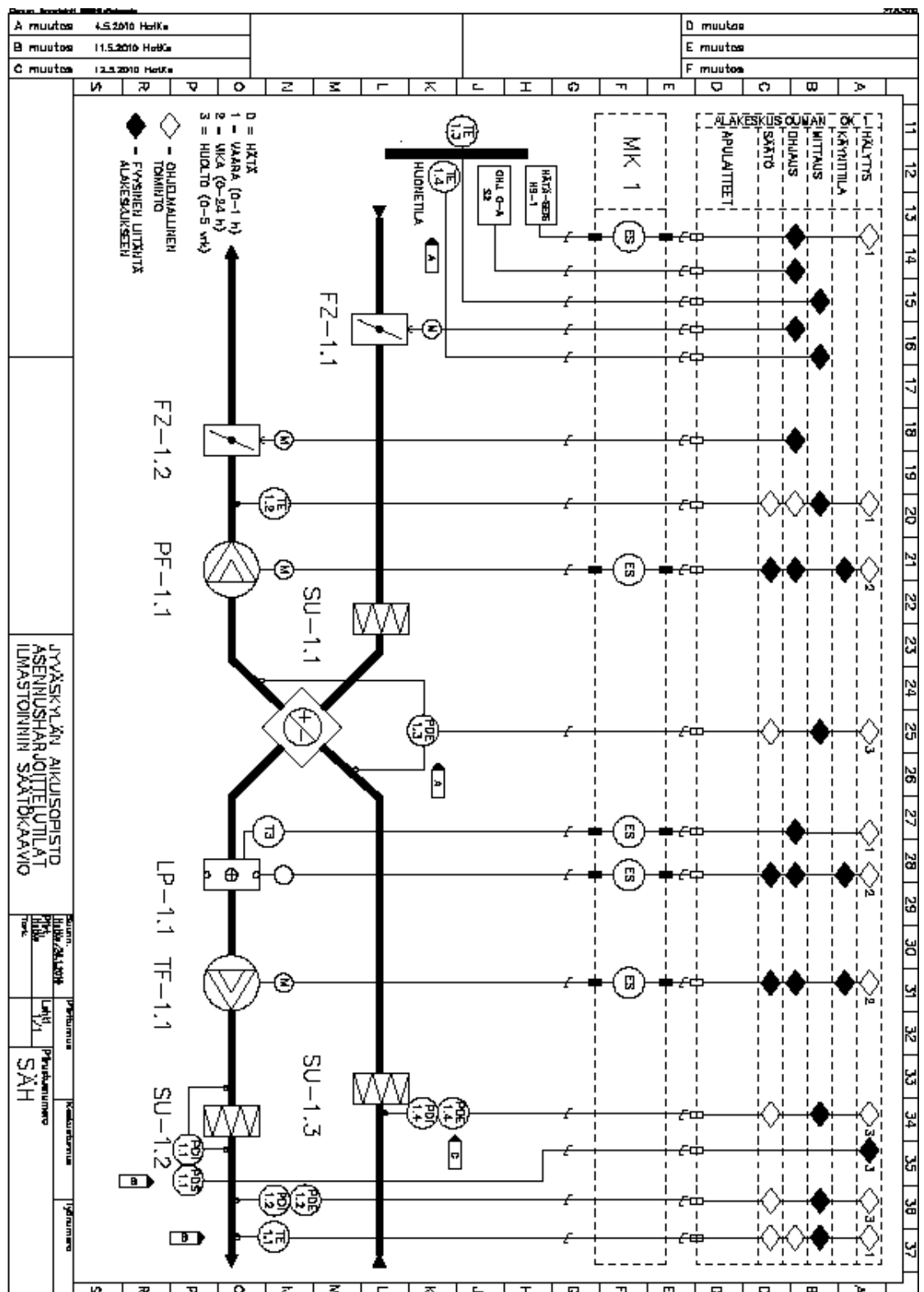
24 VAC lähdöt



Komponenttisijoittelu



[illegible]



[illegible]



Jyväskylän aikuisopisto

**KIINTEISTÖAUTOMAATION KURSSI
ILMANVAIHDON OHJAUS JA SÄÄTÖ**

13.4.2010

TEHTÄVÄKUVAUS

**TEHTÄVÄNÄ ON RAKENTAA OMAKOTITALON ILMANVAIHTOLAITTEeseen
OHJAUS JA SÄÄTÖYMPÄRISTÖ, JOLLA PYSTYTÄÄN HARJOITTELEMAAN IV-
AUTOMAATIOON LIITTYVIÄ PERUSTOIMINTOJA.**

1. Pohjustuksena lue Talotekniikan automaatio kirjasta (Harju, 2002) luvut 1, 3 ja 6.
2. Tutustu MUH Ilmava 100 ilmanvaihtokoneen tekniikkaan ja toimintaan teknisten manuaalien avulla.
3. Tutustu työhön liittyviin suunnitelmiin ja hahmottele työn kokonaiskuva.
4. Tutustu keskuksiin tulevien komponenttien toimintaan, sekä kenttälaitteiden toimintaan.
5. Tutustu Ouman EH-105 säätökeskuksen toimintaan, liitäntöihin ja EH-105 konfiguraattori ohjelmaan.
6. Suunnittele ilmanvaihtokoneen sisäiset kytkentä- ja kaapelointimuutokset vastaamaan uusia suunnitelmia → Käy kouluttajan kanssa muutokset läpi.
7. Toteuta ilmanvaihtokoneen muutostyöt ja tee tarvittavat päivitykset sähkökuviin → Tarkista muutokset kouluttajan kanssa.
8. Rakenna uudet keskuksat suunnitelmien mukaan → Työn tarkistus kouluttajan kanssa
 - a. 230 VAC piirien johdotukset punainen (vaihe), vaaleansininen (nolla)
 - b. 24 VAC ohjauspiirien johdotukset tummansininen (vaihe + nolla)
 - c. 0-10 VDC säätöpiirin johdotukset valkoinen (maa + plussa)
9. Paikallista asennetut kenttälaitteet.
10. Määrittele puuttuvien kenttälaitteiden paikat ja tyypit.
11. Merkitse kaikki kenttälaitteet positiotunnuksilla.
12. Määrittele kuvista puuttuvien kenttäkaapeleiden tyypit.
13. Tee kaapelointikuva puuttuvien kaapeleiden osalta ja nimeä kaapelit.
14. Valitse sopiva paikka uusille keskuksille ja ohjauslaitteille.
15. Tee lista puuttuvista tarvikkeista ja niiden määristä.
16. Tee suunnitelma, minkä mukaan aiot toteuttaa asennustyön → Esittele suunnitelma, kaapelointikuva ja tarvikelista kouluttajalle.
17. Tilaa puuttuvat tarvikkeet.
18. Toteuta asennustyö suunnitelmien mukaan.
19. Tarkistuta kouluttajalla työn välivaiheet:
 - a. ilmanvaihtokoneen sisäiset muutokset
 - b. kenttälaitte asennukset (merkinnät)
 - c. keskuksat (merkinnät)
 - d. keskusasennukset
 - e. kaapeloinnit (merkittynä)
 - f. kytkennät
 - g. käyttöönottotarkastus
 - h. järjestelmän konfigurointi (Ouman)
 - i. järjestelmän testaus ja käyttöönotto
 - j. dokumentointi



Jyväskylän aikuisopisto

LIITE 5

KIINTEISTÖAUTOMAATION KURSSI
ILMASTOINNIN OHJAUS JA SÄÄTÖ

13.4.2010

TEHTÄVÄKUVAUS

TEHTÄVÄNÄ ON SUORITTA A KÄYTTÖÖNOTTO OMAKOTITALON ILMASTOINNIN
OHJAUS-JA SÄÄTÖJÄRJESTELMÄLLE.

1. Pohjstuksena lue Talotekniikan automaatio kirjasta (Harju, 2002) luvut 3, 4 ja 6.
2. Tutustu MUH Ilmava 100 ilmanvaihtokoneen tekniikkaan ja toimintaan teknisten manuaalien avulla.
3. Tutustu OUMAN EH 105 säätökeskuksen toimintaan ja konfigurointiin.
4. Tutustu työhön liittyviin suunnitelmiin ja hahmottele työn kokonaiskuva.
5. Tutustu keskuksiin tulevien komponenttien, sekä kentälaitteiden toimintaan.
6. Paikallista asennetut kentälaitteet säätölaittekaavion avulla.
7. Merkitse kaikki kentälaitteet positiotunnuksilla (tarrakirjoittimella).
8. Valmistele järjestelmän peruskonfigurointi tietokoneella, käyttäen EH-105 Configurator-ohjelmaa:
 - a. määrittele kaikki tulot/lähdöt
 - b. määrittele IV-puhallinohjaustapa (esim. min-max paine)
 - c. määrittele IV-tehon ohjaus (esim. ulkolämpötila)
 - d. määrittele peltiportaan toiminta
 - e. määrittele lämmitysportaan toimintatapa
 - f. määrittele lämmitysportaan toimilaittevalinta
 - g. määrittele lämpötilan ohjaustapa (esim. tulo-ohjattu)
 - h. määrittele ulkoinen ohjaus
9. Laita sähköt päälle VAIN säätökeskukselle ja turva/ohjauspiiriin. Lataa ohjelma säätökeskukseen
 - a. testaa termistori tulojen toiminta
 - b. testaa painelähettimien toiminta
 - c. testaa ohjausten ja turvapiirien toiminta
10. Laita sähköt päälle koko järjestelmään
 - a. testaa turvapiirien toiminta järjestelmän ollessa käynnissä
 - b. kokeile erilaisia IV-tehon ohjaustapoja
 - c. kokeile erilaisia IV-puhallinohjaustapoja
 - d. luo erilaisia vikatilanteita paine- ja lämpötilamittauksiin

LIITE 6(1).
EH-105 konfiguraatio

Konfigurointi		Kytkenäkäyttö	
EH-105 konfiguraatio			
Laitetyyppi: EH-105		Ohjelmaversio: >= V1.42	
Turnista laite			
Toimintakapa			
Lämpötilan ohjaustapa: Huone-ohjattu		Peltiporras: Peltiporras toimintatapa: ON/OFF	
IV puhallimet: Puhallinien ohjaus: T aajuusmuuttaja		Kesätoiminto: Ei k äänteinen	
T aajuusmuuttajan ohjaustapa: Min-max nopeus		LTO -porras: LTO -porras toimintatapa: Käytössä	
Pysäyttävien hälyysten etäkuitus sallittu		Huurtumissuojaustapa: Painelähtöin	
IV teho on/ohaus: Rajoitus ulkolämpötilan mukaan: Ei käytössä		IV teho sulatusalk. ana: IV teho minimille	
Rajoitus sarjasaädolla: Ei käytössä		Lämmitysporras: Lämmitysporras toimintatapa: Sähköpatterit	
Tehostus CO2:n mukaan: IV auto/Kytkin		Jäähdytysporras: Jäähdytysporras toimintatapa: Jatkuva sääti	
IV käynnistys CO2 minimirajalla: Tehostus huonelämmön mukaan: IV auto/Kytkin		24 VAC lähtö 42: Sähköpatterit lämmityslu: Poistopekti	
Tehostus kosteuden mukaan: IV auto/Kytkin		24 VAC lähtö 43: Poistopekti	
Toimintatila: Peltiporras toimintatila: 24VAC ON/OFF 51		24 VAC lähtö 51: Pelti ON/OFF	
LTD -porras toimintatila: 0-10V			
Lämmitysporras toimintatila: 0-10V			
Jäähdytysporras toimintatila: 0-10V			
Digitaalilukojen valinnat		Analogilukojen valinnat	
Digitaalilukio 21: Häätä seis		Mittaus 1 (NTC): Ulkolämpötila	
Digitaalilukio 22: Ei käytössä		Mittaus 2 (NTC): Poistolämpötila	
Digitaalilukio 23: TF 1/1 k äyntitieto		Mittaus 3 (NTC): Tulolämpötila	
Digitaalilukio 24: PF 1/1 k äyntitieto		Mittaus 4 (NTC): Huonelämpötila	
Digitaalilukio 25: Yleishälytys avautuva 2		Mittaus 5 (NTC): Ei käytössä	
Digitaalilukio 26: Huolto SEIS		Mittaus 6 (NTC): Ei käytössä	
Digitaalilukio 27: Kytkinohjaus AUTO		Mittaus 7 (0-10 V): Poistolman paine	
		Mittaus 8 (0-10 V): Tulolman paine	
		Mittaus 9 (0-10 V): LTD:n huurtumissuoja PDE (
		Mittaus 10 (0-10 V): CO2 pitoisuus	
		Mittaus 11 (0-10 V): RH/pot	
Toiminnasta koodi --> V1D98 W0U51 52400 FEMGH R0SU* +Q Koodista toiminta -->			
Laitesointe: 0 Kohde:		Sisältö:	
Päivämäärä:		Nimi:	

Jäähdytysporras	Häljytysten asetukset	Lähetinmittaukset	Välilämmitteiset	Tekstikentät/puhelinnumerot
Käyttäjällassen asetusarvot	Huoltolaian yleiset asetusarvot	IV asetuksel	Peltiporras	LTO-porras
IV asetuksel				
Puhallinien ohjaustapa		T aajuusmuuttaja		
T aajuusmuuttajan ohjaustapa		Mm-max nopeus		
Lämpötilan ohjaustapa		Huoneohjaattu		
Sarjasaajajärjestys		Lämmitys->Pelti min		
<input checked="" type="checkbox"/> IV käynnirindikaoinnit käytössä				
TF ajoka	80 s	5		
PF ajoka	80 s	5		
Tehostukset/ajoitukset				
Rajoitus ulkolämpötilan mukaan	Ei käytössä			
Rajoitus sarjasaadon mukaan	Ei käytössä			
Tehostus CO2-pitoisuuden mukaan	Myyös kytkinohitus			
<input type="checkbox"/> IV käynnistys CO2-pitoisuuden mukaan				
Tehostus huonelämmön mukaan	Myyös kytkinohitus			
Tehostus huonekostuden mukaan	Myyös kytkinohitus			
Virtiusarvot				
P-alue	750 Pa	750	750	
I-aika	8 s	8	8	
Asetusarvot				
IV miniminopeus (näyön skaalaus)	50 %	30		
TF maksiminopeus	100 %	100		
TF miniminopeus	50 %	30		
PF maksiminopeus	100 %	100		
PF miniminopeus	50 %	30		
TF paine / IV max	290 Pa	70		
TF paine / IV min	220 Pa	50		
PF paine / IV max	300 Pa	90		
PF paine / IV min	230 Pa	70		
Paineen poikkeamahljitys / IV max	100 Pa	10		
Paineen poikkeamahljitys / IV min	80 Pa	10		
Lämmityksen tehostus / IV max	6.0 C	2.0		
Jäähdytyksen tehostus / IV max	0.0 C	2.0		
Ulkolämpötila / IV max	10 C	10		
Ulkolämpötila / IV min	-15 C	-15		
Huonekosteus / IV max	90 %	75		
Huonekosteus / IV min	60 %	60		
CO2 / IV max	1000 ppm	1000		
CO2 / IV min	600 ppm	500		
CO2 / jälkkäyntaika	15 min	15		

Käyttäjätason asetusarvot

		Laitteen nimi	<input type="text" value="0"/>	<input type="button" value="÷"/>	Laitetyyppi	<input type="text" value="EH-105"/>	<input type="button" value="v"/>	Ohjelmaversio	<input type="text" value="V1.42"/>	<input type="button" value="v"/>	Tunnista laite
Jäähdytysporras	Häilysten asetukset	Lähteenmittaukset	Välilämmittimet	Tekstikentät/puhelinnumerot	Käyttäjätason asetusarvo	Huoltoajan yleiset asetusarvot	IV asetukset	Peltiporras	LTD-porras	Lämmitysporras	

Käyttäjätason asetusarvot

Asetus	Arvo	Yksikkö
Tuloilämpö	21.5 C	25.0
Huone-/poistolämpö	21.5 C	25.0
Lämpötila 2	22.5 C	22.5
Tuloilmän maksimilämpö	32 C	32
Tuloilmän minimilämpö	17 C	17
Tuloilmän min. jäähdytyssaik.	14 C	14
Huonelämpötila ylä	16.3 C	16.3
Tehonvaihto	-15 C	-15
Pellin min	30 %	30
Pellin min jäähdytysaika	30 %	30
Pellin max	100 %	100
Pellin vakiosekoitusuhde	30 %	30
Huoltoväli	6000 h	6000

Ulkolämpötila --> Tuloilämpötila			
22 C	22	-->	17 C
-15 C	-15	-->	23 C

IV-teho/CO2 ppm			
Minimi/Käynnistyys	600 ppm	500	
Maksimi	1000 ppm	1000	
Jälkilämpötila	15 min	15	

Pelti/CO2 ppm			
Minimi	600 ppm	600	
Maksimi	1000 ppm	1000	

Huoltotilan yleiset asetusravot

Jäähdytysporras	Häilytyksen asetukset	Lähetinmittaukset	Väljämittaukset	Tekstikentät/puhelinnumerot
Käyttötietojen asetusarvot	Huoltoilijan yleiset asetusarvot	IV asetuksat	Peltiporras	LTO-porras
Huoltoilijan yleiset asetusarvot				
Huone-/poistokomp. suhde	3 C	3	Huone/poistol. poikkeamahl. raja	50 C
I-alka	60 min	60	Tuloilman poikkeamahl. raja	50 C
I max vaik. tulolämpöön	3 C	3	Poikkeamahl. hidastusajka	30 min
Huonelämpötilan hidastus	0,0 h	0,0	Tuloilman virtaushäilyraja	0,2 m/s
Palovaara	50 C	50	Poistoilman virtaushäilyraja	0,2 m/s
Palovaara (poistolämpötila)	70 C	70	Häilytyksen hidastusajka	20 s
Jäätymisvaara	8 C	8	Tulosuodattimen 1/1 yläraja	150 Pa
Start korotus	5 C	5	Tulosuodattimen 1/2 yläraja	100 Pa
Start aika	5 min	5	Tulosuodattimen minimipaine	30 Pa
Porrasviive	2 min	2	Poistosuodattimen 1/1 yläraja	150 Pa
Ylösuutuksen eroalue	0,0 C	0,0	Poistosuodattimen 1/2 yläraja	100 Pa
Ylösuutuksen esto	12 C	12	Poistosuodattimen minimipaine	30 Pa
Ylälämmityksen eroalue	0,0 C	0,0	1/1-kytkimen jälkiläyryntiaika	0h:00
Max ero jäähdytsaikana	30 C	30	1/2-kytkimen jälkiläyryntiaika	0h:00
Max ero lämmitysajkana	30 C	30	Patentin paluuveden asetus	30,0 C
Esiämmitysajka	2 h	2	Jääytymisen ennakointi	6 C
TF puhallin PDE häilytystaja	30 Pa	30	TF K-vakio (ilmamäärän laskenta)	0
PF puhallin PDE häilytystaja	30 Pa	30	PF K-vakio (ilmamäärän laskenta)	0

= Tehdasasetusarvo

Käyttäjätason asetusarvot	Huoltokilian yleiset asetusarvot	IV asetusarvot	Peltiporras	LTO -porras	Lämmitysporras
Jäähdytysporras	Häljytysten asetukset	Lähtenimittaukset	Väylämittaukset	Tekstikenttä/puhelinnumerot	

Lähtenimittaussten asetukset		
Huonelämpötila		
Lähetin mini (0 V)	<input type="text" value="0.0 C"/>	<input type="text" value="0.0"/>
Lähetin maksimi (10 V)	<input type="text" value="50.0 C"/>	<input type="text" value="50.0"/>
Poistoilmapiila		
Lähetin mini (0 V)	<input type="text" value="0.0 C"/>	<input type="text" value="0.0"/>
Lähetin maksimi (10 V)	<input type="text" value="50.0 C"/>	<input type="text" value="50.0"/>
Tuloilman paine		
Lähetin tyyppi	<input type="text" value="0-10 V"/>	<input type="text" value="500 Pa"/>
Lähetin maksimi	<input type="text" value="500 Pa"/>	<input type="text" value="500"/>
Poistoilman paine		
Lähetin tyyppi	<input type="text" value="0-10 V"/>	<input type="text" value="500 Pa"/>
Lähetin maksimi	<input type="text" value="500 Pa"/>	<input type="text" value="500"/>
CO₂-pitoisuus		
Lähetin mini (0 V)	<input type="text" value="0 ppm"/>	<input type="text" value="0"/>
Lähetin maksimi (10 V)	<input type="text" value="2000 ppm"/>	<input type="text" value="2000"/>
TF puhallin PDE		
Lähetin tyyppi	<input type="text" value="0-10 V"/>	<input type="text" value="500 Pa"/>
Lähetin maksimi	<input type="text" value="500 Pa"/>	<input type="text" value="500"/>

Tuloilman virtaus		
Lähetin tyyppi	<input type="text" value="0-10 V"/>	<input type="text" value="10.0 m/s"/>
Lähetin maksimi	<input type="text" value="10.0 m/s"/>	<input type="text" value="10.0"/>
Poistoilman virtaus		
Lähetin tyyppi	<input type="text" value="0-10 V"/>	<input type="text" value="10.0 m/s"/>
Lähetin maksimi	<input type="text" value="10.0 m/s"/>	<input type="text" value="10.0"/>
Tuloilmasuodattimen paine-ero		
Lähetin tyyppi	<input type="text" value="0-10 V"/>	<input type="text" value="500 Pa"/>
Lähetin maksimi	<input type="text" value="500 Pa"/>	<input type="text" value="500"/>
Poistoilmasuodattimen paine-ero		
Lähetin tyyppi	<input type="text" value="0-10 V"/>	<input type="text" value="500 Pa"/>
Lähetin maksimi	<input type="text" value="500 Pa"/>	<input type="text" value="500"/>
LTO:n paine-ero (huutunissuoja)		
Lähetin tyyppi	<input type="text" value="0-10 V"/>	<input type="text" value="500 Pa"/>
Lähetin maksimi	<input type="text" value="500 Pa"/>	<input type="text" value="500"/>
PF puhallin PDE		
Lähetin tyyppi	<input type="text" value="0-10 V"/>	<input type="text" value="500 Pa"/>
Lähetin maksimi	<input type="text" value="500 Pa"/>	<input type="text" value="500"/>

LIITE 6(6).
EH-105
Väylämittaukset

		Laiteosoite	<input type="text" value="0"/>	Laiketyyppi	EH-105	Ohjelmaversio	>= V1.42	Turnista laite
Käyttäjätason asetusarvot	Huokotilan yleiset asetusarvot	IV asetusarvot	Pelkipoorras	LTO-poorras	Lämmityspoorras			
Jäähdytyspoorras	Hälytysten asetusarvot	Lähtelämmittaukset	Väylämittaukset	Tekstikentät/puhelinnumerot				

Väylämittaukset	
Ulkolämpötila	Pääpumpun käyntitieto
<input checked="" type="radio"/> Paikallinen / ei käytössä	<input checked="" type="radio"/> Paikallinen / ei käytössä
<input type="radio"/> Väylältä	<input type="radio"/> Väylältä
	Bittinumero <input type="text" value="0"/>
	<input type="checkbox"/> Invertoitu
Huonelämpötila	Lämmitysverkoston paine
<input checked="" type="radio"/> Paikallinen / ei käytössä	<input checked="" type="radio"/> Paikallinen / ei käytössä
<input type="radio"/> Väylältä	<input type="radio"/> Väylältä
	Bittinumero <input type="text" value="0"/>
	<input type="checkbox"/> Invertoitu
CO2	Hätäseis
<input checked="" type="radio"/> Paikallinen / ei käytössä	<input checked="" type="radio"/> Paikallinen / ei käytössä
<input type="radio"/> Väylältä	<input type="radio"/> Väylältä
	Bittinumero <input type="text" value="0"/>
	<input type="checkbox"/> Invertoitu

= Tehdasasetusarvo

Peltiporras

Jäähdytysporras	Häilyysten asetukset	Lähetinmittaukset	Välilämmitteiset	Tekstikentät/puhelinnumerot
Käyttötason asetusarvot	Huoltoilain yleiset asetusarvot	IV asetukset	Peltiporras	LTO-porras
				Lämmitysporras

Peltiporras

Toimintatapa: On/Off

Toimitila: 24 VAC On/Off 51

Aloika: 90 s

Kesäajan käänteinen toiminto: ☐

Asetusarvot	Viritysarvot
Esiavaus	0 %
Vakiosekoitussuhde	30 %
Minimiasento	30 %
Maksimiasento	100 %
Minimi / ulkolämpötila	-15 C
Maksimi / ulkolämpötila	10 C
Yölämmitysasento	0 %
Minimiasento jäähdytysaikana	30 %
Minimi / CO2	600 ppm
Maksimi / CO2	1000 ppm

P-alue	30 C	30
I-aika	80 s	80
D-aika	0.0 s	0.0

LTO-porras

		Laiteosoitte	0	Laitetyyppi	EH-105	Ohjelmaversio	>= V1.42	Tunnista laite
Jäähdytysporras	Häilytyksen asetukset	Lähetinmitaukset	Väljämittaukset	Tekstikentät/puhelinnumerot				
Käyttäjätason asetusarvot	Huoltokiljan yleiset asetusarvot	IV asetukset	Peltiporras	LTO-porras				Lämmitysporras

LTO-porras

Toimintatapa	Normaalitoiminta
Huurtumissuojauustapa	Painelähtetin
IV nopeus sulatusaikana	IV minimille
Toimilaite	0-10 V
Aika	5 s

Asetusarvot		Virtitysarvot	
Huurtumissuojan lämpötilalajaja	3 C	3	
Sulatukseen painereja 1 /1	180 Pa	180	
Sulatukseen painereja 1 /2	120 Pa	120	
Sulatukseen eroalue	20 Pa	20	
Jälkisulatusaika	240 s	240	
Sulusteho	20 %	20	
Seisonta-asento	0 %	0	
Hyötysuhteen häilytysraja	50 %	50	

P-alue	30 C	30
I-aika	80 s	80
D-aika	0.0 s	0.0

Jäähdytysporras	Häilysten asetukset	Lähetmittaukset	Väljämittaukset	Tekstikentät/puhelinnumerot
Käyttäjätason asetusarvot	Huoltotilan yleiset asetusarvot	IV asetukset	Peltiporras	LTD-porras
Lämmitysporras				
Toimintatapa				
Sähköpatteri				
Toimitie	0-10 V	Ajoaika	15 s	15
Asetusarvot				
Jääymisvaara	8 C	8		
Jääymisen ennakointi	6 C	6		
Patterin paluuliämpötila	30.0 C	30.0		
Käynnistysasento	40 %	40		
Sähköpatterin jälkituuletus	200 s	200		
Viritysarvot				
P-arvo	30 C	30		
I-aika	80 s	80		
D-aika	0.0 s	0.0		
Eroarvo	0.5 C	0.5		

= T ehdasetusarvo

LIITE 6(10).
EH-105
Jäähdytysporras

		Laitesointe	0	Laitetyyppi	EH-105	Ohjelmaversio	>= V1.42	Tunnista laite
Käyttäjätason asetusarvot	Huoltokortin yleiset asetusarvot	IV asetusarvot	Peltiporras	LTD-porras	Lämmitysporras			
Jäähdytysporras	Häilystien asetusarvot	Lähetinmittaukset	Välilämmitykset	Tekstikentät/puhelinnumerot				

Jäähdytysporras

Toinnintatapa

Jatkuva säätö

Toinnintatapa

0-10 V

Aloaika

90 s

10

Asetusarvot

Lämmityksen/jäähdytyksen eroalue

2.5 C

2.5

Jäähdytyksen estoraja (ulkolämpötila)

7 C

7

Yöjäähdytyksen käynnistysraja

0 C

0

Virtisarvot

Huone-/poistokompensointisuhde

3 C

3

P-alue huone-/poistosäätö

3 C

3

I-alue huone-/poistosäätö

60 min

10

I-säädön maksimivaikutus %

30 %

30

I-säädön maksimivaikutus C

3 C

3

P-alue / minimi-ajotussäädin

30 C

30

I-alue / minimi-ajotussäädin

40 s

10

P-alue / tulolämpötila

30 C

30

I-alue / tulolämpötila

80 s

10

Käynnistys

3 min

1

= Tehdasasetusarvo

Hälytysten asetukset

[illegible]

Käyttöönottotarkastuspöytäkirja



ST 51.21.06

1 (2)

**KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA
RYHMÄJOHTOTASON SÄHKÖASENNUKSILLE**

Pöytäkirjan nro	Käyttöönottotarkastus <input checked="" type="checkbox"/>	Mikä?
	Muu <input type="checkbox"/>	

PERUSTIEDOT

Kohteen tiedot	Työnumero	Kohteen nimi ja yksilöinti	Osoite ja postitoimipaikka
	Ryhmätunnukset MK1, OK1	Jyväskylän aikuisopisto ilmanvaihtokone	Jyväskylän aikuisopisto Käenpesä 1 40101 JYVÄSKYLÄ
Sähkölaitteiston rakentaja	Rakentajan nimi Jari Suoranta, Sauli Vesander, Risto Vaherto	Osoite ja postitoimipaikka	
	Sähkötyöiden johtaja Kari Leinonen	Jyväskylän aikuisopisto Käenpesä 1, 40101 JYVÄSKYLÄ	
	Puhelinnumero	Sähköpostiosoite	

1. AISTINVARAINEN TARKASTUS

Asennukset on aistinvaraisesti suoritettu tarkastuksessa todettu vaatimusten mukaiseksi <input checked="" type="checkbox"/>
Lisätietoja

2. SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimet)

Todettu kaikista laitteista ja pistorasioista <input checked="" type="checkbox"/>	Suurin resistanssi 0,26 Ω , ryhmässä 2.1
Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi <input checked="" type="checkbox"/>	
Lisätietoja	

3. ERISTYSRESISTANSSI

		$R_e/M\Omega$				$R_e/M\Omega$	
MK1/OK1/IVK		>199,9					

Eristysresistanssit todettu vaatimusten mukaisiksi <input checked="" type="checkbox"/>
Erikoistoimenpiteet mittausten suorittamisessa:
Lisätietoja
Koko asennuksen eristysresistanssi mitattiin yhdellä kertaa.

4. SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ

		I_k/A	Z_k/Ω	Suojalaitte	I_n/A (suojalaitteet)
Keskus	MK1	450	0,53	Johdonsuojakatkaisija (RK 5/R 2.1)	C16A
Epäedullisin piste (0,4 s)					
Epäedullisin piste (5,0 s)					

Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssiarvot saatu mittaamalla ☒ Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssiarvot saatu laskemalla ☐

Saadut arvot ovat standardin vaatimusten mukaiset ☒

Lisätietoja

Vikavirtasuojat

Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike-testaus	Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike-testaus
		t/ms	$I_{\Delta n}$				t/ms	$I_{\Delta n}$	

Toiminnot todettu standardien vaatimusten mukaisiksi ☐

Käyttötarkoitus: VS = vikasuojaus, LS = lisäsuojaus, PS = palosuojaus

Liitteet:

Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

2 (2)

5. KIERTOSUUNNAN TARKASTUS	
3-vaihepistorasiat <input type="checkbox"/>	Ei sisälly asennukseen <input checked="" type="checkbox"/>
6. TOIMINTA- JA KÄYTTÖTESTIT	
Koneet ja laitteet <input checked="" type="checkbox"/>	Toiminnalliset kokonaisuudet <input checked="" type="checkbox"/> Ei sisälly asennukseen <input type="checkbox"/>
7. EMC-SUOJAUS	
EMC-suojauksen toteuttamiseksi on kohteessa käytetty seuraavia menetelmiä	
TN-S-järjestelmä <input checked="" type="checkbox"/>	
Muuta, mitä? Kaikkien ohjaus- ja säätökaapeleiden häiriösuojavaipat on yhdistetty FE-kiskoon	
Lisätietoja	
Sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuuslain ja valtioneuvoston asetuksen (1466/2007) sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset <input checked="" type="checkbox"/>	
8. HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TARVE	
Toimitettu tilaajalle <input checked="" type="checkbox"/>	Ei erillisiä ohjeita vaativia laitteita tai asennuksia <input type="checkbox"/>
10. KOHTEEN TOTEUTUKSESSA KÄYTETYT STANDARDIT	
Toteutuksessa on käytetty standardikäsikirjaa SFS 600/20 09 ja	
muuta, mitä?	
Kohde on todettu edellä mainittujen standardien vaatimusten mukaisesti toteutetuksi <input checked="" type="checkbox"/>	
11. TARKASTUKSEN TEKIJÄ(T)	
Päiväys	Päiväys
4.5.2010	4.5.2010
Allekirjoitus ja nimen selvennys	Allekirjoitus ja nimen selvennys
Jari Suoranta	Risto Vaherto
Mittauksissa käytetyt mittalaitteet	
Unitest Telaris 0100	
12. LUOVUTUSMERKINTÄ	
a) Käytön opastus <input checked="" type="checkbox"/>	Sovittu pidettäväksi pvm ____ 20 ____
b) Käyttöönottotarkastuspöytäkirja luovutettu liitteineen <input checked="" type="checkbox"/>	
Liitteet: Tasokuva, päävirta-, ohjausvirta ja säätökeskuskuvat	
c) Piirustukset ja muut dokumentit luovutettu <input checked="" type="checkbox"/>	
Luettelo piirustuksista ja dokumenteista: Laitteiston manuaalit	
Lisätietoja:	
Päiväys	Allekirjoitus ja nimen selvennys
4.5.2010	Jari Suoranta
13. TILAAJAN TAI HÄNEN EDUSTAJANSA KUITTAUS	
Olen vastaanottanut kohdassa 11, Luovutusmerkintä, ilmoitetut suoritukset.	
Pöytäkirja säilytettävä ja tarvittaessa esitettävä koko sähkölaitteiston käyttöänsä ajan.	
Päiväys	Allekirjoitus ja nimen selvennys
Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan täyttöohje, ks. liite 1.	
Mittauksissa tarvittavaa perustietoa, ks. liite 2.	